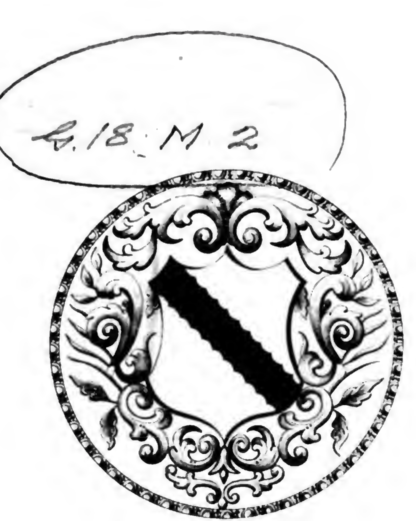
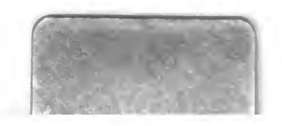








Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

LEHRBUCH

DER

CHEMIE.

FÜR DEN UNTERRICHT

AUF

UNIVERSITÄTEN, TECHNISCHEN LEHRANSTALTEN
UND FÜR DAS SELBSTSTUDIUM

BEARBEITET

VON

DR. E. F. v. GORUP-BESANEZ,
ordentlicher Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums an der Universität zu Erlangen.

IN DREI BÄNDEN.

DRITTER BAND:

PHYSIOLOGISCHE CHEMIE.

ZWEITE,
VOLLSTÄNDIG UMGEARBEITETE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

MIT EINER SPECTRALTFAEL UND DREI TAFELN IN HOLZSTICH,
DEN MÜNCHENER RESPIRATIONS-APPARAT DARSTELLEND.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1867.

LEHRBUCH

DER

PHYSIOLOGISCHEN

CHEMIE.

VON

DR. E. F. v. GORUP-BESANEZ,
ordentlicher Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums
an der Universität zu Erlangen.

ZWEITE,
VOLLSTÄNDIG UMGEARBEITETE UND VERBESSERTE AUFLAGE.

MIT EINER SPECTRALTAFEL UND DREI TAFELN IN HOLZSTICH,
DEN MÜNCHENER RESPIRATIONS-APPARAT DARSTELLEND.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1867.

VORWORT.

Die Gesichtspunkte, welche mich bei der Bearbeitung des dem Publicum nun vorliegenden dritten und letzten Bandes meines Lehrbuchs der Chemie geleitet haben, in Kürze darzulegen, ist mir um so mehr Bedürfniss, als sich damit, wie ich wenigstens hoffe, die von jener der beiden ersten Bände so sehr verschiedene Behandlung des Gegenstandes rechtfertigen wird.

In einem Lehrbuche der allgemeinen anorganischen und organischen Chemie, welches für Anfänger bestimmt ist, erscheint eine elementare und dogmatische Behandlung entschieden am Platze, und sie bietet hier auch keine besonderen Schwierigkeiten dar, denn in beiden Doctrinen ist das System zu einem gewissen Abschluss gelangt, und das Thatsächliche mit hinreichender Sicherheit festgestellt. Anders aber verhält es sich mit der physiologischen Chemie. Die physiologische Chemie ist eine angewandte und keine elementare Doctrin, denn ihre Aufgabe ist es, gewisse Lebensvorgänge, die auf Mischungsänderungen der Materie beruhen, aus chemischen Gesetzen zu erklären, sie setzt somit die Kenntniss jener Lebensvorgänge und die Kenntniss der chemischen Gesetze, mit anderen Worten, sie setzt Physiologie und theoretische Chemie voraus. Kann nach dem Erörterten von einer elementaren Behandlung hier nicht die Rede sein, so ist eine dogmatische leider auch nicht möglich. Wer sich auf dem Gebiete der physiologischen Chemie nur einigermaassen umgesehen hat, wird sicherlich darin mit mir einverstanden sein, dass eine dogmatische Behandlung niemals ein Spiegelbild des gegenwärtigen Standpunktes dieser Doctrin, sondern höchstens ein subjectiv gefärbtes Phantasiegemälde liefern

könnte. Darin liegt eben die Gefahr der dogmatischen Behandlung, dass der Leser das in präciser und bestimmter Form Ausgedrückte als ein- für allemal festgestellt und der Controverse entrückt betrachtet; wie viele Fragen aber sind es auf dem Gebiete der physiologischen Chemie, die als definitiv erledigt zu betrachten wären? Ihre Zahl ist verschwindend klein gegen diejenigen, worüber noch immer die grössten Meinungsverschiedenheiten bestehen. Handelte es sich nur um verschiedene Deutung constatirter Thatsachen, dann könnte man hoffen, bald zu einer Einigung zu gelangen. Leider aber handelt es sich um die Thatsachen selbst. In vielen Fragen stehen sich nicht Deutungen, sondern geradezu contradictorische Beobachtungen gegenüber, ohne dass es immer möglich wäre, nach den Regeln der Kritik die eine derselben als die richtige zu erkennen, oder durch das Experiment selbst mit Erfolg zu controliren, denn es ist selten thunlich, dieselben Bedingungen willkürlich herzustellen, unter denen die zu controlirende Beobachtung gemacht wurde. Nur Derjenige, welcher das weite Gebiet der physiologischen Chemie mit ihrer überall zerstreuten Literatur zu durchstreifen Gelegenheit und Veranlassung hatte, weiss, wie viele Aehnlichkeit eine derartige Wanderung mit jener eines Reisenden darbietet, der nicht wohlgebahnte Wege und bequeme Reisegelegenheit vorfindet, sondern sich seinen Weg durch dichtes Gestrüpp nicht selten mit dem Beil erst bahnen, und in der einzuschlagenden Richtung sich auf Compass und etwa vorhandene cartographische Skizzen verlassen muss.

Bei einem derartigen Sachverhalte bleibt nur die historische Behandlung übrig und zwar nicht allein in der Form, sondern auch in dem eigentlichen Wesen. Sowie in dunklen Parthieen der Geschichte nur die inductive Methode und die darauf basirende Kritik zur Leuchte dienen kann, die das Dunkel zu erhellen geeigenschaftet ist, so auch in der physiologischen Chemie. Hier aber liegt in der historischen Methode eine Gefahr, deren ich mir wohl bewusst war, nämlich die, aus dem Tone eines Lehrbuchs in den eines Handbuchs zu verfallen, und will man, wie ich das bestrebt war, dieser Gefahr aus dem Wege gehen, so kann es leicht geschehen, dass man in eine andere verfällt, nämlich in die, der Darstellung zu sehr das Gepräge seines subjectiven Standpunktes aufzudrücken. Es kommt mir nicht zu, zu beurtheilen, ob es mir gelun-

gen ist, zwischen diesen beiden Klippen glücklich hindurch zu steuern, und ich will auch gern zufrieden sein, wenn sachverständige, wohlwollende Richter finden sollten, dass ich meine Subjectivität nicht mehr in den Vordergrund gestellt habe, als es bei dem Historiker zulässig und gewöhnlich ist.

So viel über die Methode. Was die Art der Bearbeitung selbst anbetrifft, so suchte ich dabei den eigentlichen Zweck des Buches nicht aus dem Auge zu verlieren. Meine Absicht war nämlich, dem Physiologen, dem wissenschaftlich durchgebildeten Arzte, und endlich dem in seinen Studien vorgeschrittenen Studirenden der Medicin ein Buch in die Hand zu geben, welches in gedrängter Form zwar, zugleich aber in möglichster Vollständigkeit und Uebersichtlichkeit alles Das enthielte, was von Thatsachen und Theorieen für die Deutung der stofflichen, auf Mischungsänderungen beruhenden Lebensvorgänge von irgend welcher Bedeutung ist. Der Sachlage nach musste dabei die Thierchemie ganz entschieden in den Vordergrund treten, allein es durfte nach meiner Ueberzeugung die Pflanzenchemie nicht völlig ausgeschlossen werden. Vielmehr habe ich dem innigen Zusammenhange entsprechend, welchen die Entwickelung der Pflanzen und Thiere darbietet, die Metamorphosen des Stoffs von dem Momente an, wo er organisch geworden, bis zu jenem, wo er wieder anorganisch wird, sonach die Gesetze des allgemeinen Kreislaufs des Stoffs, von der Pflanzenernährung beginnend in den Kreis der Betrachtung gezogen, denn diese Gesetze scheinen mir nothwendige Prämissen auch der physiologischen Thierchemie zu sein.

Diese Gesetze habe ich im ersten Abschnitte unter der Ueberschrift: Allgemeine chemische Biostatik zu entwickeln versucht. Soweit sie sich auf den Chemismus des thierischen Lebens beziehen, enthalten sie die allgemeinen Grundlinien dessen, was in den folgenden Abschnitten im Detail ausgeführt ist; ihr Verständniss aber verlangt nicht mehr Kenntnisse, als in der allgemeinen anorganischen und organischen Chemie, die ja beide vorausgesetzt werden, geboten sind. Dies, sowie die Regel, das Allgemeine dem Besonderen vorangehen zu lassen, mag es rechtfertigen, dass ich diesen Abschnitt voranstellte, obgleich nicht geleugnet werden soll, dass auch für eine entgegengesetzte Anordnung sich Gründe geltend machen liessen.

In dem zweiten Abschnitte habe ich das niedergelegt, was über

die physiologischen Beziehungen der chemischen Bestandtheile des Thierkörpers bekannt ist. Hätte ich mich hier darauf beschränkt, nur das mitzutheilen, was definitiv festgestellt ist, so wäre dieser Abschnitt mager genug ausgefallen, allein dies würde dem ausgesprochenen Zwecke eines derartigen Buches wenig gemäss sein. Dieser verlangt vielmehr, dass der Leser von dem gegenwärtigen Stande der Discussion über die hier so zahlreichen streitigen Fragen in Kenntniss und dadurch in den Stand gesetzt wird, sich darüber ein eigenes Urtheil zu bilden. Deshalb mussten auch alle auf nicht zu luftiger Grundlage fussenden Hypothesen und Theorieen berücksichtigt werden, die, wenn sie dem thatsächlichen Verhältnisse auch nicht immer entsprechen, den unleugbaren Nutzen gewähren, zu weiteren Forschungen anzuregen. Ausser den physiologischen Beziehungen des Vorkommens, der Abstammung, der Metamorphosen und des Austritts aus dem Organismus und der Bedeutung für die thierische Function, habe ich auch eine kurze chemische Charakteristik der einzelnen chemischen Verbindungen in diesen Abschnitt aufgenommen; es geschah dies vorzugsweise im Hinblick auf die ärztlichen Leser, denen eine derartige Recapitulation des allerdings in das Gebiet der theoretischen und analytischen Chemie Gehörenden nicht unwillkommen sein dürfte.

In der Bearbeitung des dritten Abschnittes, die Chemie der thierischen Flüssigkeiten, Gewebe und Organe enthaltend, habe ich mich bemüht, das zu geben, was man nach der Ueberschrift dieses Abschnittes zu erwarten berechtigt war, nämlich eine Darstellung der chemischen Thatsachen. Alles rein Physiologische und Histologische wurde grundsätzlich vermieden oder nur angedeutet, dagegen den pathologisch-chemischen Beziehungen thunlichst Berücksichtigung geschenkt. Bei den quantitativen Verhältnissen liess ich wo möglich die Zahlen selbst sprechen, und suchte dieselben überhaupt möglichst übersichtlich zu entwickeln; dass ich in diesem Abschnitte auch die bewährteren Aschenanalysen aufgenommen habe, wird, wie ich hoffe, um so eher Billigung finden, als diese nur dem in der chemischen Literatur gut Bewanderten bisher zugänglicher waren, und es dadurch dem Arzte und Physiologen geradezu verwehrt war, über diese in physiologischer Beziehung vielfach wichtigen Thatsachen einen raschen Ueberblick zu gewinnen.

Ausser dem allgemeinen chemischen Verhalten wurden auch

die analytischen Methoden wenigstens in den allgemeinsten Grundzügen aufgenommen. Eine Anleitung zur zoochemischen Analyse soll dieser Abschnitt nicht ersetzen, wohl aber soll das davon Aufgenommene dazu dienen, von den analytischen Methoden eine allgemeine Anschauung zu geben. Ausführlicher wurden dieselben nur beim Harn beschrieben, wegen der besonderen Wichtigkeit und vielfachen Anwendung derselben in der Physiologie und Pathologie. Auch den vergleichend-chemischen Thatsachen bezüglich der niederen Thierclassen wurde in diesem Abschnitte eine wenngleich untergeordnete Stelle eingeräumt.

Die Lehre von denjenigen thierischen Functionen, die auf Affinitätsgesetze mehr oder weniger zurückgeführt werden können, ist im vierten und letzten Abschnitte enthalten. Hier war es, um nicht in die reine Physiologie zu gerathen, ganz besonders nöthig, sich auf die wirklich chemischen Beziehungen zu beschränken. Dass auch die chemische Charakteristik der wichtigeren thierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel in diesem und theilweise in dem vorhergehenden Abschnitte berücksichtigt, demnach auf das Gebiet der physiologischen Diätetik ein Streifzug unternommen wurde, wird mir, wie ich hoffe, namentlich bei den Aerzten, nicht zum Vorwurfe gereichen. Das Capitel von der Ernährung, welches leicht das umfangreichste hätte werden können, ist deshalb so kurz ausgefallen, weil bei dem schwankenden Stande unserer gegenwärtigen Anschauungen über den Werth der bisher angestellten statistisch-physiologischen Beobachtungen und bei der wohl so ziemlich allgemeinen Ueberzeugung, dass der Tag noch nicht gekommen ist, wo wir *eine* Stoffwechselgleichung aufstellen können, eine Darstellung der bisherigen nach dieser Richtung unternommenen Untersuchungen in einem Lehrbuche nur verwirrend wirken würde, und jedenfalls kaum am Platze wäre.

Vollständige Literaturangaben lagen nicht im Plane dieses Werkes, sie gehören in ein Handbuch. Doch habe ich bei den wichtigeren und namentlich den controversen Capiteln und Fragen die betreffende Literatur für Diejenigen zusammengestellt, die auf diesem Gebiete besondere Studien machen oder sich überhaupt näher unterrichten wollen; theilweise dienen diese Angaben auch dazu, um auf die Quellen zu verweisen, aus denen ich selbst geschöpft habe.

Endlich muss ich noch einen Punkt berühren, der der Kritik möglicherweise eine Handhabe zum Tadel darbieten könnte. Es ist in der letzten Zeit so sehr Mode geworden, die mikroskopischen Krystallformen der in physiologischer oder pathologischer Beziehung wichtigeren chemischen Verbindungen durch Abbildungen zu veranschaulichen, dass es mir zum Vorwurf gemacht werden könnte, dass ich nicht desgleichen gethan habe. Ich hatte aber dazu meine guten Gründe. Ohne den Nutzen derartiger Abbildungen im Allgemeinen irgendwie bestreiten zu wollen, glaube ich doch, und die physiologisch-pathologisch-chemische Literatur der neueren Zeit giebt dafür mehrfache Belege, dass sie schon vielfaches Unheil angerichtet haben. Je länger ich mich auf dem Terrain der zoochemischen Analyse bewege, und es steht mir in dieser Beziehung eine Erfahrung von nahezu zwei Jahrzehnten zu Gebote, desto mehr überzeuge ich mich, wie viel Bedenkliches die mikroskopische Diagnose chemischer Verbindungen hat. Anorganische Verbindungen zeigen häufig in ihren mikroskopischen Krystallformen mit denen organischer wie jener des salpetersauren und oxalsauren Harnstoffs, des Leucins und Tyrosins, des Allantoins, Kreatins, der Hippursäure und anderer, so ausserordentliche Uebereinstimmung, dass nur grosse Uebung und Skepsis vor groben Täuschungen einigermaassen schützen kann. Es wäre unschwer, aus der neuesten Literatur für diese Ueberzeugung mehrfache specielle Belege zu liefern. Andererseits aber bin ich der Meinung, dass es gerathener ist, auf bereits vorhandenes Treffliches zu verweisen, wenn man nicht in der Lage ist, noch Vorzüglicheres zu leisten. In diesem Falle glaube ich mich aber gegenüber den trefflichen Atlassen von Funke und Robin u. Verdeil zu befinden, und ich habe daher, so wie ich es bereits in meiner Anleitung zur zoochemischen Analyse that, auch in diesem Werke überall auf die Abbildungen der genannten Atlasse besonders verwiesen. Vielleicht dass demnächst die angebahnte Verallgemeinerung des photographischen Verfahrens mit seiner sich täglich vervollkommnenden und vereinfachenden Technik es möglich machen wird, auch hier noch Vollkommeneres zu leisten.

Erlangen, im November 1861.

Der Verfasser.

VORREDE ZUR ZWEITEN AUFLAGE.

Die seit dem Erscheinen der ersten Auflage des vorliegenden Buches verflossenen Jahre haben auf dem Gebiete der physiologischen Chemie zahlreiche und zum Theil sehr wichtige Experimentaluntersuchungen gebracht, durch welche der Kreis der Thatsachen erweitert, neue Gesichtspunkte gewonnen, ältere vielfach berichtigt, aber andererseits auch wieder manche Dinge in Frage gestellt wurden, welche man der Controverse ein- für allemal entrückt glaubte. Auch an der unerquicklichen Erscheinung fehlte es dabei nicht, dass verschiedene Beobachter bei der Behandlung einer und derselben Frage zu geradezu entgegengesetzten Resultaten und Folgerungen gelangten, so dass in diesem Sinne die Doctrin ihr eigentliches Gepräge nicht verlor und der Typus ihrer Entwickelung derselbe blieb.

Nach den von mir im Vorwort zur ersten Auflage entwickelten Grundsätzen konnte daher bei der Bearbeitung der nun vorliegenden zweiten Auflage von einer wesentlich abweichenden Art der Behandlung nicht wohl die Rede sein, und sprachen gegen dogmatische Kürze und Gedrängtheit dieselben Gründe, die vor Jahren sich geltend machten. Meine Aufgabe bei der Bearbeitung der zweiten Auflage war es demnach nur, das neugewonnene Material dem bereits erworbenen organisch einzufügen, an den schwankenden Theilen des Baues, morsch gewordene Stützen durch solidere zu ersetzen und was zu Schutt geworden, wegzuräumen. Ob es

mir gelungen, diesen Postulaten in der rechten Weise gerecht zu werden, kommt mir zu entscheiden nicht zu, doch gebe ich mich der Hoffnung hin, dass sachverständige und billige Richter in Anbetracht der Schwierigkeit der Aufgabe, die Mängel nachsichtig beurtheilen und dem Verfasser das Zeugniss nicht versagen werden, dass er redlich bestrebt war, ein getreues Bild des gegenwärtigen Entwickelungsstadiums der physiologischen Chemie zu geben. Auch möge man dabei nicht vergessen, dass ich mir auch bei dieser Auflage die Beschränkung auf chemische, d. h. zu den Affinitätsgesetzen in Beziehung stehende Thatsachen grundsätzlich auferlegt habe. Mein Buch soll eine physiologische Chemie, aber keine chemische Physiologie sein. Die vielverheissende Einführung des Spectralapparates in die physiologische Chemie machte eine das Hämoglobin- und Häminspectrum versinnlichende Farbentafel nöthig, und obgleich ich die Beschreibung der bei den Untersuchungen benutzten experimentellen, häufig rein anatomisch-physiologischen Methoden im Allgemeinen grundsätzlich vermied, so machte ich doch bezüglich des Pettenkofer'schen Respirationsapparates eine Ausnahme, da er einerseits ein grossartiger chemischer Apparat ist und andererseits berufen scheint, in der ferneren Entwickelung der Ernährungslehre die Hauptrolle zu spielen. Die den Apparat erläuternden Tafeln sind nach den von Herrn Friedrich Seidel in der sogenannten isometrischen Projection nach der Natur entworfenen Originalzeichnungen in verjüngtem Maassstabe angefertigt.

Erlangen, im März 1867.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Zweite Gruppe.

Dritte Gruppe.



Dritter Abschnitt.

EINLEITUNG.

Aufgabe der Physiologie.

„Naturgesetze“ sind der allgemeinste Ausdruck für gewisse Thätigkeitsäusserungen der Materie. Kein Naturobject kann sich ihrem Einflusse entziehen. Sie finden daher auch auf lebende Organismen Anwendung.

Das Wesen der physiologischen Forschung besteht heutzutage darin, die allgemeinen Wirkungsgesetze der Materie auf den lebenden Organismus anzuwenden, und festzustellen, inwiefern sie durch die Eigenartigkeit desselben modificirt werden. Die Physiologie ist daher eine angewandte Naturwissenschaft, ihr Ziel die Erforschung der Lebensvorgänge.

Der richtige Weg zur Erkenntniss der Erscheinungen des pflanzlichen und thierischen Lebens ist im Principe kein anderer wie derjenige, den der Naturforscher einschlägt, um in den Zusammenhang und das Wesen der Objecte der unbelebten Natur einzudringen: es ist der Weg exacter nach den allgemeinen Regeln der Kritik angestellter Beobachtung, ja nicht selten ist dieser Weg nicht nur ein im Principe, sondern auch in seiner Besonderheit übereinstimmender.

Methoden der Forschung.

Die Quellen menschlicher Erkenntniss sind mannigfach; allein es giebt nur eine Erkenntnissquelle der Materie: die genaue Erforschung aller ihrer Zustände. Fassen wir den Begriff der Materie ganz allgemein, so begreift ihr Studium die Ermittelung aller ihrer Eigenschaften. Die Eigenschaften der Materie beziehen sich aber einerseits auf ihre äussere Form, und andererseits auf ihre Wechselbeziehungen zu anderen Körpern, auf ihre durch äussere Einwirkungen gesetzten Veränderungen. Die Veränderungen aber, welche die Naturkörper bei ihren wechselseitigen Einwirkungen erleiden, fallen entweder in das Gebiet der Physik oder in jenes der Chemie.

Die im Thier- oder Pflanzenleibe organisirte Materie hört deshalb, weil sie organisirt ist, nicht auf, Materie zu sein; sie muss daher den allgemeinen Gesetzen der Materie folgen, und da die Lebenserscheinungen eine stoffliche Grundlage haben, so müssen unter ihren Factoren nothwendigerweise immer auch materielle sein. Allein während das Studium der Objecte der unbelebten Natur mit der Ermittelung ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften erschöpft ist, bieten die lebenden Organismen gewisse Zustände dar, die, obgleich der stofflichen Seite des Lebens angehörend, sich aus den allgemeinen Eigenschaften der todten Materie nicht ableiten und deuten lassen.

Jeder höhere Organismus ist ein System von Organen, jedes Organ hat seinen bestimmten Bau, seine eigenartige stoffliche Qualität und seine physiologische Bedeutung. Alle Organe stehen in Wechselbeziehung und die Resultirende ihrer Functionen ist das, was wir Leben nennen. Die Bedingungen, von welchen das Leben abhängig ist, gehören daher zu den complicirtesten, und es reicht zu ihrer Erklärung gewöhnlich eine Ursache nicht aus, fast immer wirken mehrere zusammen.

Wenn es daher gewiss ist, dass die Methode, deren wir uns bei dem Studium der Objecte der unbelebten Natur bedienen, sich geeignet erweist, viele Lebenserscheinungen in genügender Weise zu deuten, so ist es andererseits nicht minder sicher, dass sie für bestimmte Lebensphänomene Modificationen erleiden muss. Vor Allem sind es die eigenthümlichen Formen der organisirten Materie: ihr Bau, ihre Entwickelung, die in der unbelebten Natur kein Analogon haben und ihrer Eigenartigkeit wegen auch eine eigenartige Untersuchungsmethode beanspruchen.

Die Anatomie und Histologie (Morphologie) sind es, die uns den Bau und die Entwickelung der organisirten Materie kennen lehren: Doctrinen, die für sich bestehen und sich selbstständig entwickelt haben. Aber noch eine andere Methode giebt es, die der Physiologie eigenthümlich ist: das physiologische Experiment. Es dient dazu, die Bedeutung einzelner Theile des Organismus für das Ganze zu ermitteln, theils durch die Feststellung ihres Verhaltens gegen bestimmte Reize und Einwirkungen, theils aus der Wirkung, welche ihre Entfernung, ihre Verletzung, oder ihre pathologische Veränderung auf den Gesammtorganismus oder auf bestimmte Organe desselben ausübt.

Gründe für die Berechtigung der Physik und Chemie als Hülfswissenschaften der Physiologie.

Hat daher das Studium der Lebensvorgänge auch mit Bezug auf die Methode seine eigenthümliche Seite, so bieten dieselben andererseits eine Fülle von Erscheinungen dar, die sich auf physikalische und chemische Gesetze zurückführen lassen. Um die Berechtigung der Physik als Hülfswissenschaft der Physiologie zu beweisen, genügt es, darauf hinzudeuten, dass die Gesetze des Schalls und des Sehens: die Akustik und Optik, ebenso gut der Physiologie wie der Physik angehören und geradezu in die Physik im engeren Sinne übergegangen sind. Die Gesetze der Mechanik finden auf die Locomotion, auf die Muskelwirkungen des Thieres, jene der Hydro- und Aerostatik und Dynamik auf den Process der

Respiration und der Circulation ihre Anwendung, die Erscheinungen der Osmose im Thierkörper, des Gasaustausches in den Lungen und dem Blute sind auf physikalische Diffusionsgesetze zum Theil schon zurückgeführt, die Gesetzmässigkeiten endlich in dem elektrischen und physiologischen Verhalten der Nerven, welche bis nun ermittelt sind, enthalten bereits die Elemente einer Nervenphysik. Ebenso wäre es vergeblich, heute noch leugnen zu wollen, dass die stofflichen Metamorphosen, die das Leben kennzeichnen, die Mischungsveränderungen und Umsetzungen der organischen Materie den Gesetzen jener Molekularkräfte unterthan sind, die wir mit dem Namen: chemische Affinität zu bezeichnen pflegen.

Jener Vitalismus, welcher es in Abrede stellte, dass im lebenden Organismus chemische Kräfte thätig seien, hat durch die künstliche Darstellung des Harnstoffs seine erste Niederlage erlitten, von der er sich seither nicht wieder erholt hat, und bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft erscheint es geradezu überflüssig, diesem nachgerade aufgegebenen Standpunkte ernstliche Beachtung zu schenken. Doch erscheint es zweckmässig, die allgemeinen Thatsachen anzuführen, die der Berechtigung der Chemie als Hülfswissenschaft der Physiologie zu Grunde liegen.

Thatsachen, welche für das Walten chemischer Kräfte in pflanzlichen und thierischen Organismen sprechen.

Es ist Thatsache, dass wir aus Thieren und Pflanzen zahlreiche wohlcharakterisirte organische Verbindungen isoliren können, die in den verschiedenen Organen bereits fertig gebildet und durch den Lebensprocess erzeugt sind. Manche davon scheiden sich zuweilen schon von selbst im Organismus aus (Harnsäure, Cholesterin, oxalsaurer Kalk u. a. m.), andere werden durch blosses Abdampfen der betreffenden Flüssigkeiten, oder durch Operationen isolirt, die jeden Einwand an die Bildung dieser Verbindungen durch die Einwirkung der angewandten Scheidungsmittel von vornherein beseitigen, oder eine solche mindestens im hohen Grade unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Ist es einerseits constatirt, dass der Organismus chemische Verbindungen zu erzeugen fähig ist, so erscheint es andererseits von nicht geringerer Bedeutung, dass wir zahlreiche durch den Lebensprocess von Pflanzen und Thieren erzeugte organische Verbindungen auch künstlich in unseren Laboratorien darstellen können, so dass also der Einwand: die organischen Verbindungen des Thierleibes und der Pflanze würden durch Kräfte *sui generis* erzeugt, bedeutungslos erscheint. Seit es gelungen, den Harnstoff künstlich darzustellen, haben wir viele andere im Thierkörper vorkommende organische Verbindungen künstlich dargestellt, so Glycin, Leucin und Taurin; auf synthetischem Wege die Fette und andere Stoffe mehr. Noch zahlreicher sind die Beispiele im Pflanzenreiche vorkommender und künstlich darstellbarer Verbindungen. Die chemischen Verbindungen, welche, durch den Lebensprocess der Pflanze gebildet, auch künstlich hervorgebracht werden können, sind so zahlreich, dass ihre Aufzählung ermüden würde, und ihre Zahl vermehrt sich noch

mit jedem Tage. Allein es würde den in den Stand der Sache Uneingeweihten irreführen heissen, wollten wir verschweigen, dass es der Chemie noch keineswegs gelungen ist, eine Classe organischer Verbindungen, die wir organoplastische oder histogene nennen wollen: wirklich organisirte oder der Organisirung fähige Stoffe, künstlich zu erzeugen. Kein einziger dieser Stoffe ist noch in unseren Laboratorien künstlich dargestellt. Weder Albumin noch Faserstoff, weder Casein noch Kleber, weder Stärkmehl noch Cellulose. Auch berechtigen uns keine aus der bisherigen Entwickelung der Chemie geschöpfte Gründe zu der Hoffnung, dass es uns gelingen werde, eine Pflanzenzelle, eine Muskelfaser, einen Nerv, mit einem Worte wirklich Organisirtes auf chemischem Wege künstlich darzustellen.

Die Molekularkräfte, welche zur Bildung derartiger Stoffe Veranlassung geben, wirken allen unseren Erfahrungen zu Folge nur im lebendigen Leibe, und sind diesem eigenthümlich. Wenn demnach kein mit dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft einigermaassen Vertrauter im Ernste leugnen wird, dass bei der Bildung der organischen Verbindungen chemische Kräfte thätig sind, so ist es nicht minder wahr, dass zur Erklärung der Bildung organisirter Stoffe die Affinitätsgesetze nicht ausreichen, oder dass dieselben jedenfalls durch ein uns unbekanntes im lebendigen Leibe Thätiges in einer Weise modificirt werden, die ihren gesetzten Producten den Stempel der Eigenthümlichkeit aufdrückt. In der Physiologie ist daher zwischen chemischen organischen Verbindungen, die einfach den Affinitätsgesetzen folgen, und zwischen organisirten mit sogenannten vitalen Eigenschaften begabten Materien zu unterscheiden.

In vielen Fällen lässt sich nachweisen, dass die Umsetzungen, welche die im Organismus vorkommenden organischen Verbindungen in Folge des Lebensprocesses erleiden, denen analog sind, welche dieselben Verbindungen ausserhalb des Organismus in unseren Laboratorien durch die Einwirkung chemischer Agentien erfahren. So geht die Harnsäure im Organismus in Allantoin, in Oxalsäure und in Harnstoff über, und in dieselben Producte können wir diese Verbindung auch in unseren Laboratorien auf mannigfache Weise überführen. Wenn wir an den Hauptheerden des Stoffwechsels, da, wo nach allen physiologischen Prämissen ein energischer Umsatz des Blutes und der Albuminate stattfindet, vorzugsweise zwei Verbindungen begegnen: dem Leucin und Tyrosin, die wir auch ausserhalb des Organismus stets als Zersetzungsproducte der Albuminate ebensowohl durch Säuren und Alkalien wie durch Fäulniss erhalten, so erscheint der Schluss, dass sie auch im Organismus durch Zersetzung der Albuminate gebildet werden, gewiss nicht ungerechtfertigt.

Ebenso sind die Umsetzungen, welche dem Organismus von aussen zugeführte Stoffe in selbem erleiden, häufig mit jenen übereinstimmend, die durch Einwirkung chemischer Agentien in unseren Laboratorien ver-

anlasst werden. So verwandelt sich das Stärkmehl dem thierischen Organismus einverleibt in Traubenzucker, der Zucker unter gewissen Bedingungen in Milchsäure und Buttersäure, wir können aber auch in unseren Laboratorien das Stärkmehl in Traubenzucker und den Traubenzucker in Milchsäure und Buttersäure verwandeln. Die Alkalisalze organischer Säuren gehen unter gewissen Umständen im Organismus in kohlensaure Salze über, dieselbe Veränderung aber erleiden sie, indem wir sie an der Luft erhitzen.

Für das Walten chemischer Kräfte im Organismus spricht endlich auch die Thatsache, dass gewisse organische Säuren im Organismus Veränderungen erleiden, die auf der **Aufnahme** der Elemente anderer chemischer Verbindungen beruhen, die im Organismus bereits vorhanden sind.

Aus der organischen Chemie wissen wir, dass die **Hippursäure**, eine namentlich im Pferdeharn vorkommende organische Säure von der empirischen Formel $C_{18}H_9NO_6$, sich bei der Behandlung mit Säuren in **Benzoësäure** und **Amidoessigsäure** oder **Glycin** unter Aufnahme der Elemente des Wassers spaltet. In der That ist

$$\underset{\text{Hippursäure}}{C_{18}H_9NO_6} + 2HO = \underset{\text{Benzoësäure}}{C_{14}H_6O_4} + \underset{\text{Glycin}}{C_4H_5NO_4}$$

Aus ihrem ganzen Verhalten ziehen wir den Schluss, dass die Hippursäure gewissermaassen als Benzoësäure betrachtet werden kann, in welcher 1 Aeq. H des Radicals **Benzoyl** durch 1 Aeq. der Atomgruppe **Amidoacetyl**: des Radicals des Glycins, vertreten ist, und wir schreiben demgemäss ihre Formel:

$$\left.\begin{matrix} C_{14}H_4 \,.\, (C_4H_2 \,.\, (NH_2)O_2)O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$$

Dieser Anschauung entspricht auch das Verhalten der Benzoësäure im Organismus. Nehmen wir Benzoësäure ein, so tritt sie im Harn als Hippursäure wieder aus. **Die Benzoësäure nimmt also im Organismus die Atomgruppe Amidoacetyl auf.** In analoger Weise verwandelt sich die Salicylsäure im Organismus in Salicylursäure, die Cuminsäure in Cuminursäure.

Nicht minder wichtig erscheint die hinlänglich erhärtete Thatsache, dass die physiologische Bedeutung eines Körpers durchaus abhängig ist von seiner chemischen Zusammensetzung, und dass sein Verhalten im Organismus stets beeinflusst wird durch seine chemische Qualität. Nach allen unseren Erfahrungen steht die chemische Zusammensetzung der Organe zu ihrer Function in innigster Beziehung. Blut, Galle, Gehirn und andere Gewebe haben ihre bestimmte nur in quantitativer Beziehung und da nur innerhalb enger Grenzen schwankende chemische Zusammensetzung, und ebenso wenig, wie wir eine Flüssigkeit, die keinen Harnstoff und keine Harnsäure enthält, Harn zu nennen berechtigt sind, ebenso wenig können wir uns Blut ohne Blutkörperchen mit ihrem eisenhaltigen Farb-

stoff, Galle ohne Gallensäuren und Gehirn ohne Cerebrin (Protagon), Cholesterin und gewisse Fette denken.

Es lassen sich bisher nicht alle Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen erklären.

Ob sonach physikalische und chemische Gesetze zur Erklärung von Lebensvorgängen Anwendung finden können, ist heute keine Frage mehr. Sie ist längst beantwortet. Wohl aber darf man fragen, ob sich alle Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen erklären lassen. Es ist sicher, dass sich nicht alle Erscheinungen des Lebens aus den bisher bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen erklären lassen, denn alle physikalischen und chemischen Gesetze, die uns heutzutage zu Gebote stehen, sind nicht hinreichend, die Bildung einer Pflanzenzelle, eines Nerven, den Process der Zeugung, oder auch nur die Fortpflanzung der Sinneseindrücke zum Gehirn zu erläutern, und der Inbegriff aller physikalischen und chemischen Kräfte construirt noch nicht das Leben.

Lebenskraft.

Kraft und Stoff sind Begriffe, die sich gegenseitig bedingen. Eine Kraft ohne Stoff, und ein Stoff ohne Kraft sind vom Standpunkte der Naturforschung undenkbar. Eine Kraft, die vom Stoffe unabhängig wäre, können wir auch im lebenden Organismus nicht annehmen. Allein dass die Kräfte, die in der unbelebten Natur thätig sind, zum Theil verschieden sind von denjenigen, deren Walten wir im lebenden Organismus beobachten, ergiebt sich aus der Eigenthümlichkeit ihrer Wirkungen. An dieser Grundanschauung ändert es wenig, wenn wir die Thatsache so ausdrücken, dass wir sagen, die allgemeinen Naturkräfte würden durch die Eigenthümlichkeit des Stoffs im Organismus in ihren Thätigkeitsäusserungen modificirt. Immer bleibt es Thatsache, dass wir uns ausser Stande sehen, alle Lebenserscheinungen auf einen letzten Grund zurückzuführen, der sich durch die Worte Elektricität, Magnetismus, Licht, Wärme oder Affinität ausdrücken lässt, ja dass wir selbst dann, wenn wir allen diesen Naturkräften ihren Antheil an dem Lebensprocesse wahren, nicht umhin können, im lebenden Organismus ein anderes Thätiges anzunehmen, durch welches dem Wirken selbst der bekannten physikalischen und chemischen Kräfte der eigenthümliche Stempel aufgedrückt wird, der das organische Leben kennzeichnet. Dieses Thätige, dem lebenden Organismus Eigenthümliche, diesen letzten Grund der Summe von Erscheinungen, die wir Leben nennen, bezeichnen wir mit dem Worte Lebenskraft, ohne übrigens mit diesem Worte einen anderen Begriff verbinden zu wollen, wie denjenigen, der im Sinne der heutigen Naturforschung dem Namen Naturkraft überhaupt zukommt.

Hülfswissenschaften und Hülfsmittel der physiologischen Forschung.

Aus dem Angeführten ergeben sich die Hülfswissenschaften und Hülfsmittel der Physiologie von selbst: Anatomie und Histologie, Physik und Chemie und das physiologische Experiment. Anatomie und Histologie lehren den Bau und die morphologische Entwickelung des Thierleibes und seiner Organe kennen, die Physik liefert den Schlüssel zu zahlreichen Bewegungserscheinungen, welche der Organismus darbietet, die Chemie zu den in selbem stattfindenden stofflichen Metamorphosen oder Mi-

schungsänderungen. Das physiologische Experiment greift überall ergänzend ein.

In diesem Sinne giebt es eine morphologische (anatomische), eine physikalische, eine chemische Physiologie und eine Experimentalphysiologie.

Physiologische Chemie.

In diesem Sinne giebt es eine physiologische Chemie, eine Doctrin, welche ihrem Zwecke nach Physiologie, ihren Mitteln nach Chemie ist, und die es sich zur Aufgabe stellt, gewisse Lebensvorgänge, die auf Mischungsänderungen des Stoffes beruhen, aus chemischen Gesetzen zu erklären.

Aufgaben und Eintheilung der physiologischen Chemie.

So wie es eine Pflanzenphysiologie und eine Thierphysiologie giebt, so giebt es auch eine physiologische Phyto- und eine physiologische Zoochemie. Letztere beschäftigt sich mit der Erörterung der chemischen Verhältnisse des thierischen Organismus und mit ihr werden wir es in diesem Werke zunächst zu thun haben. Allein die Natur ist ein Ganzes, und alle ihre Objecte befinden sich in stetiger Wechselwirkung. Nicht kann die Pflanze ohne Luft und Boden, nicht das Thier ohne Pflanze bestehen. Luft und Boden, Pflanze und Thier bedingen sich gegenseitig, und deshalb kann auch das organische Leben nicht verstanden werden im Individuum, es muss im Ganzen und Grossen aufgefasst und in seinen verschiedenen Trägern und Phasen verfolgt werden. Eine klare Uebersicht des in der organischen Natur waltenden Chemismus gewinnt man erst, wenn man auf die ersten Anfänge organischen Lebens zurückgeht. Die Metamorphosen des Stoffs von dem Momente an, wo er organisch geworden, bis zu jenem, wo er wieder unorganisch wird, mit einem Worte: die allgemeinen Gesetze des Kreislaufs des Stoffs sind nothwendige Prämissen auch der physiologischen Thierchemie; ihre Entwickelung ist ein integrirender Theil derselben, sie stellen gewissermaassen die Prolegomena der Doctrin dar.

Wenn man die chemischen Vorgänge des thierischen Organismus beurtheilen will, muss man seine chemischen Substrate kennen, d. h. diejenigen chemischen Verbindungen, die Bestandtheile desselben sind. Man muss nicht nur allein wissen, wo sie vorkommen, sondern auch, welche physiologische Bedeutung sie besitzen.

Ebenso wenig aber, wie man einen Begriff von einem Hause erhält, wenn man die Elemente und chemischen Verbindungen, aus welchen es besteht, kennt, ebenso wenig erhält man einen Einblick in den wundervollen thierischen Organismus durch die blosse Kenntniss der Elemente und chemischen Verbindungen, aus denen er zusammengesetzt ist. Man muss auch ihre Vertheilung auf die einzelnen Organe des Thierleibes, man muss die chemische Zusammensetzung und das chemische Verhalten der thierischen Säfte, Gewebe und Organe kennen.

Erst mit diesem Rüstzeug kann man es wagen, der eigentlichen Aufgabe der physiologischen Chemie, der Erklärung der im Thierkörper wäh-

rend des Lebens vor sich gehenden chemischen Processe näher zu treten und ihre Lösung zu versuchen.

Dass endlich eine folgenreiche Behandlung der physiologischen Chemie eine genaue Kenntniss der allgemeinen theoretischen anorganischen wie organischen Chemie voraussetzt, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die physiologische Chemie zerfällt den erörterten Verhältnissen zufolge in nachstehende Abschnitte:

Allgemeine chemische Biostatik.

I. Allgemeine Gesetze des Kreislaufs des Stoffs in der organischen Natur. Bildung organischer Verbindungen und Metamorphosen derselben in Pflanze und Thier. Rückverwandlung in anorganische Materien: Allgemeine chemische Biostatik.

Zoochemie.

II. Chemische Substrate des Thierorganismus. Vorkommen und Verwandlungen der im Thierleibe nachgewiesenen chemischen Verbindungen, und physiologische Bedeutung derselben: Zoochemie.

Phlegmatochemie, Histochemie, Organochemie.

III. Chemische Zusammensetzung und allgemeines chemisches Verhalten der thierischen Säfte, Gewebe und Organe: Phlegmatochemie, Histochemie, Organochemie.

Zoochemische Processe.

IV. Ermittelung der Gesetze, nach welchen die auf Mischungsänderungen beruhenden thierischen Functionen und Lebensvorgänge erfolgen: Zoochemische Processe.

Gegenwärtiger Standpunkt der physiologischen Chemie.

Haben wir in obigen Zeilen die Ziele der physiologischen Chemie angedeutet, so fragt es sich nun, in wie weit dieselben erreicht oder erreichbar sind. Das was in der physiologischen Chemie erreicht ist, verschwindet gegen das erst Anzustrebende, denn die physiologische Chemie ist eine noch sehr junge Wissenschaft. In dem Sinne aufgefasst, den wir entwickelt haben, kann man sie eine Tochter des Jahrhunderts nennen, und noch sind kaum die Grenzen des neuerworbenen Gebietes genau abgesteckt, viel weniger aber noch ist das Land überall urbar gemacht. Wenn wir uns den Boden von dem üppig wuchernden Unkraute unrichtiger Beobachtungen, auf falschen Prämissen ruhender Schlüsse und luftiger Hypothesen gesäubert denken, so bleibt eine ziemlich spärliche Saat erhärteter Thatsachen und errungener Wahrheiten übrig. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen.

Die physiologische Chemie ist ein Grenzgebiet, welches weder ganz der Physiologie noch ganz der Chemie angehört. Ihr Zweck ist ein physiologischer, ihre Methoden sind chemische. Ihre Resultate haben für den Chemiker kein unmittelbares Interesse, sie liegen nicht im Bereiche seiner Ziele. Daher kommt es, dass verhältnissmässig nur wenige Chemiker sich der physiologischen Chemie zuwendeten. Andererseits waren die Physiologen bis auf die jüngste Zeit zur Lösung physiologisch-chemischer Aufgaben im Allgemeinen wenig befähigt, da den meisten derselben ebensosehr die theoretischen wie die praktischen Kenntnisse in der Chemie mangelten, ohne die sie die Waffen der Chemie zu handhaben nicht

wagen durften. Berücksichtigt man überdies, dass die physiologische Chemie vorwiegend auf die Entwickelung der organischen Chemie basirt ist, und diese erst in den letzten Decennien einen höheren Grad der Ausbildung erreicht hat, so kann es nicht Wunder nehmen, dass hier so vieles noch zu thun ist, ja wir werden vielmehr anerkennen müssen, dass die Leistungen auf diesem Gebiete so bedeutend sind, als man unter den gegebenen Verhältnissen billiger Weise erwarten konnte.

Erster Abschnitt.

Allgemeine chemische Biostatik.

Kreislauf des Stoffs.

Die Materie kann nicht vernichtet werden, ihre Quantität bleibt im Bereiche der Anziehung der Erde immerdar dieselbe. Alle Veränderungen des Stoffs beruhen nur auf neuer Gruppirung der Moleküle. Austausch der Elemente, Verbindung und Zersetzung, Aufnahme und Ausscheidung sind der Inbegriff aller materiellen Bewegung auf Erden. Vernichtung ist kein naturwissenschaftlicher Begriff. Was man gewöhnlich Vernichtung, Zerstörung nennt, ist dem Naturforscher nur Wechsel der Form, oder Wechsel der Mischung, im letzteren Falle chemisch ausgedrückt: Zersetzung. Mit der chemischen Zersetzung geht aber die Bildung neuer Verbindungen Hand in Hand So wie das scheinbare Verschwinden der Kräfte nur eine Wandelung derselben ist, so ist die scheinbare Vernichtung des Stoffs nur eine Neugestaltung desselben. Dies Alles gilt auch für das organische Leben. Fassen wir dieses im Ganzen und Grossen auf, so zeigt sich nirgends ein Ausfall, nirgends ein Ueberschuss. Pflanzliche, thierische Generationen gehen unter, um neuen Platz zu machen. Der Tod ist eine Quelle neuen Lebens. Die Bestandtheile der Luft, des Wassers und des Bodens werden zu Bestandtheilen der Pflanze, die Bestandtheile der Pflanze zu Bestandtheilen des Thieres, die Bestandtheile des Thieres werden wieder zu Bestandtheilen der Luft und des Bodens. Der Kohlenstoff der Kohlensäure der Luft wird zum Kohlenstoff der Cellulose, des Stärkmehls, Gummis, der Pflanzensäuren und Alkaloide, des Klebers und Albumins, er wird zum Kohlenstoff unseres Fleisches und Blutes, er kehrt aus unserem Fleische und Blute in der Form von Kohlen-

säure wieder in die Luft zurück, von der er stammte. Der Granit, indem er unter der Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse verwittert, liefert im aufgeschlossenen Feldspathe dem Boden das Kali, das wir in der Asche der Pflanzen wiederfinden. Das Kali unseres Fleisches und Blutes stammt von den Vegetabilien und von dem Fleische und Blute der pflanzenfressenden Thiere, von dem wir uns nähren, es stammt daher ebenfalls aus dem Boden und es kehrt wieder in diesen zurück. Was in unserem Leibe organisch ist erhalten wir aus der Luft, was darin von anorganischen Salzen vorhanden ist, kommt aus dem Boden. Durch ihre Ausscheidungen während des Lebens, durch ihre Verwesung nach dem Tode geben Pflanzen, Thiere und Menschen das, was von der Erde stammte, dieser wieder, was von der Luft stammte, es kehrt in diese zurück.

Die Wanderungen des Stoffs stellen eine in sich geschlossene Kette dar, deren Anfangsglieder auch ihre Endglieder sind. Luft und Erde werden zur Pflanze, die Pflanze wird zum Thier, das Thier wird zu Bestandtheilen der Luft und des Bodens. Ganz allgemein ausgedrückt: das Anorganische wird organisch, um wieder anorganisch zu werden.

Dies ist es, was wir **Kreislauf des Stoffs** nennen.

Stoffwechsel.

Was wir im Gesammtgebiete der Natur als Kreislauf des Stoffs bezeichnen, das nennen wir im organischen lebenden Individuum **Stoffwechsel**. In jedem Zeittheilchen verliert der Körper des Thieres Stoff durch Gewebsumsatz, durch Absonderung und Ausscheidung, in jedem Momente unseres Daseins geben wir der Luft und Erde einen Theil dessen zurück, was wir ihr genommen haben. Trotz dieses beständigen Verlustes aber ändert sich das Gewicht des Körpers wenig oder nicht, trotz desselben behält er seine Form und seine allgemeinen Mischungsverhältnisse. Dies ist aber nur unter der Voraussetzung denkbar, dass dem Thierkörper das, was er verloren hat, wieder ersetzt wird. Dieser Ersatz geschieht durch Zufuhr von aussen: durch die Nahrung.

Die Wanderungen des Stoffs also von dem Momente an, wo er Bestandtheil des pflanzlichen oder thierischen Organismus geworden, bis zu jenem, wo er aus selbem wieder austritt, bezeichnen wir mit dem Worte **Stoffwechsel**.

Die allgemeinen Gesetze des Stoffkreislaufs und des Stoffwechsels zu ermitteln, ist **die Aufgabe der chemischen Biostatik**.

I. Bildung organischer Verbindungen in der Pflanze. Ernährung der Pflanze.

Die in den Pflanzen vorkommenden organischen Verbindungen werden in der Pflanze selbst erst, und zwar aus unorganischen Materien gebildet.

Das organische Leben beginnt mit der Pflanze, und mit ihr die Bildung organischer Verbindungen.

Wenn wir eine Pflanze verbrennen, so bleiben ihre unorganischen Bestandtheile als Asche zurück. Die Bestandtheile dieser Asche sind keine der Pflanze eigenthümliche, denn sie finden sich auch in der Erd-

rinde. Allein der bei weitem grösste Theil der Pflanze ist verbrennlich, er besteht aus organischen Materien, er besteht aus jenen zahlreichen organischen Verbindungen, die die Chemie als Bestandtheile des Pflanzenleibes nachgewiesen hat, und die wir bereits im II. Bande dieses Werkes kennen gelernt haben. Von diesen organischen Bestandtheilen der Pflanzen finden wir keinen einzigen in den Medien, mit welchen die Pflanze in Wechselwirkung treten kann; weder in der Erdrinde noch im Wasser, noch endlich in der Luft hat man diese organischen Verbindungen nachzuweisen vermocht, sie müssen sich daher, und dieser Schluss ist zwingend, in der Pflanze selbst erst mit ihrer Entwickelung gebildet haben, sie müssen sich während der ganzen Lebensdauer der Pflanze fortwährend neu in ihr erzeugen. Es unterliegt gegenwärtig nicht dem geringsten Zweifel mehr, die Pflanze ist das synthetische Laboratorium, in welchem aus unorganischen Materien die zahlreichen organischen Verbindungen gebildet werden, denen wir im Leibe der Pflanzen begegnen.

Es fragt sich nun, aus welchen unorganischen Materien gestaltet die Pflanze ihren Leib, und aus welchen namentlich den organischen Antheil ihres Leibes. In anderer Form ausgedrückt, lautet diese Frage: was sind die Nahrungsmittel der Pflanze, welche ihre Entwickelung und Massenzunahme bedingen?

Nahrungsmittel der Pflanze.

Die Pflanze kann ihre Nahrung nur solchen Medien entnehmen, mit welchen sie in Berührung kommt, und mit welchen sie in nachweisbare Wechselwirkung tritt. Diese Medien sind aber für alle Pflanzen ohne Unterschied das Wasser, die atmosphärische Luft und der Boden, d. h. die Erdrinde oder ihre Bestandtheile.

Also ganz allgemein ausgedrückt, sind die Bestandtheile des Wassers der Luft und des Bodens diejenigen Stoffe, mit welchen die Pflanzen ohne Ausnahme in Wechselwirkung treten können, dass sie aber mit denselben wirklich in Wechselwirkung treten, dass sie aus ihnen diejenigen Stoffe aufnehmen, welche sie zur Erhaltung bedürfen, und daraus ihren Leib gestalten, ist gegenwärtig durch zahlreiche und wichtige pflanzenphysiologische Untersuchungen als vollkommen festgestellt zu betrachten.

Die Erfahrung lehrt, dass die Pflanzen sterben, wenn ihnen eines der oben genannten Medien: Luft, Wasser, Boden, entzogen wird. Sie sind also für das Leben der Pflanze unumgänglich nothwendig. Die Erfahrung lehrt ferner, dass Luft, Wasser und Boden oder, wenn man will, ihre Bestandtheile von der Pflanze zum Theil aufgenommen werden, und dass insbesondere die Luft zu dem Pflanzenleben in einer Beziehung steht, welche derjenigen der Thiere geradezu entgegengesetzt ist, dass die Pflanzen durch die Veränderung, welche die atmosphärische Luft in ihnen erleidet, zu Regulatoren der constanten Zusammensetzung der Luft werden, wie dies bereits im I. Bande dieses Werkes S. 78 u. 311 angedeutet wurde.

Als Nahrungsmittel bezeichnen wir im Allgemeinen alle diejenigen

Stoffe, welche, von aussen in den lebenden Organismus eingeführt, zur Erhaltung des Lebens dienen und bei den Pflanzen ihre Entwickelung und Massenzunahme bedingen. Die Nahrungsmittel müssen daher, wobei wir von der Eigenthümlichkeit der Ernährungsverhältnisse bei Pflanzen und Thieren ganz absehen, jedenfalls die Elemente des Pflanzen- und Thierleibes enthalten. Betrachten wir nun zunächst die Zusammensetzung der organischen Bestandtheile des Pflanzenleibes, so finden wir Folgendes:

Allgemeine organische Bestandtheile der Pflanzen.

1) Alle organischen Bestandtheile der Pflanzen enthalten Kohlenstoff.

2) Alle organischen Pflanzenbestandtheile enthalten Wasserstoff. Manche organische im Pflanzenreiche vorkommende Materien enthalten nur diese beiden Elemente. Hieher gehören vor Allem viele ätherische oder flüchtige Oele. Vgl. Bd. II. 2. Aufl. S. 672.

3) Die Hauptmasse der in den Pflanzen vorkommenden organischen Verbindungen enthält ausser den oben genannten Elementen auch noch Sauerstoff. So gehören zu den allgemeinsten und physiologisch wichtigsten Bestandtheilen der Pflanzen die sogenannten Kohlehydrate (Cellulose, Stärke, Gummi, Pflanzenschleim, Zucker), welche aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers bestehen, und die Elemente des Wassers im selben Verhältnisse wie im Wasser enthalten. Vgl. Bd. II. 2. Aufl. S. 592.

Eine andere Classe von organischen Pflanzenbestandtheilen enthält ausser Kohlenstoff die Elemente des Wassers *plus* einer gewissen Menge Sauerstoff. Sie umfasst mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren; wieder andere Pflanzenbestandtheile enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers *plus* einer gewissen Menge Wasserstoff. Viele ätherische Oele, Wachs, die Harze, manche Glucoside u. s. w. gehören hieher, ebenso auch die Fette.

4) Sehr wichtige, wenngleich der Menge nach zurücktretende Bestandtheile des pflanzlichen Organismus enthalten ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch noch Stickstoff. Der Stickstoff ist ein Bestandtheil der organischen Basen und der Albuminate. Obgleich er gewichtlich den kleinsten Theil der Masse der Pflanzen ausmacht, so fehlt er doch in keiner Pflanze.

5) Ausser Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff enthalten gewisse allgemein verbreitete Pflanzenstoffe von sehr complexer Zusammensetzung auch noch Schwefel. Es gehören hieher vor Allem die sogenannten Albuminate oder Proteinkörper. Diese Substanzen, obgleich der Menge nach in den Pflanzen im Vergleich zum Thierreich untergeordnet, sind doch für die Bildung der Ele-

mentarorgane aller Pflanzen unentbehrlich, und fehlen daher auch keiner. Nur wenige Bestandtheile von Pflanzen bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel (Knoblauchöl, Asafoetida-Oel), und aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel bestehende organische Verbindungen finden sich nach den bisherigen Beobachtungen in den Pflanzen fertig gebildet mit Ausnahme des Senföls im Meerrettig gar nicht. Ob Phosphor ein organischer Bestandtheil gewisser Albuminate ist, erscheint noch zweifelhaft, doch ist er ein Bestandtheil des Protagons (Cerebrin).

Allgemeine anorganische Bestandtheile der Pflanzen.

Jede Pflanze hinterlässt, wenn sie verbrannt wird, Asche, d. h. eine gewisse Menge anorganischer Verbindungen. Diese Verbindungen, gleichviel ob wir uns dieselben in der lebenden Pflanze so gruppirt denken, wie wir sie in der Asche finden, oder nicht, machen jedenfalls einen nie fehlenden Bestandtheil des Pflanzenleibes aus, sie sind, wie sehr wichtige Untersuchungen gelehrt haben, für die Erhaltung des Lebens, für die Bildung der Pflanzenorgane ebenso unentbehrlich, wie die oben aufgeführten Elemente des organischen Antheils ihres Leibes.

Die in der Asche aller Pflanzen constant vorkommenden anorganischen Verbindungen sind: Kali, Natron, Bittererde und Kalk gebunden an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure und Chlor, ausserdem Eisen, Mangañ und Kieselerde, und geringe Mengen von Fluor. In den Seepflanzen finden sich ausserdem noch wägbare Mengen von Brom und Jod. Borsäure, Thonerde und Baryt sowie Kupfer, Zink und Spuren von Caesion, Rubidion und Lithion sind zwar ebenfalls in der Asche gewisser Pflanzen aufgefunden, scheinen aber ebenso wenig zu den constanten anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen zu gehören, wie die in einigen Pflanzen aufgefundenen salpetersauren Salze, so wichtig die letzteren auch als Nahrungsmittel der Pflanzen erscheinen. Es ist ferner klar, dass die in den Aschen gefundenen kohlensauren Salze mindestens zum grossen Theile von der Verwandlung der Salze organischer Säuren in kohlensaure durch den Verbrennungsprocess stammen, und daher in der lebenden Pflanze nicht als solche enthalten sind.

Zu den wesentlichen anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen muss endlich noch das Wasser gezählt werden, welches das Lösungsmittel der in den Pflanzensäften gelösten Stoffe ist, und seiner Menge nach einen sehr vorwiegenden Theil der Pflanzen ausmacht. Einige Pflanzen enthalten davon 86 bis 96 Proc. ihrer ganzen Masse.

Nach diesen Erörterungen kann es keinen Augenblick zweifelhaft sein, wovon die Erhaltung und Entwickelung der Pflanzen abhängig ist, oder, was am Ende dasselbe ist, welche Elemente der Pflanze durch die Nahrung zugeführt werden müssen. Die Entwickelung der Pflanze ist abhängig:

1) Von der Aufnahme einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff,

2) einer **Wasserstoffverbindung**, welche ihr den Wasserstoff,
3) einer **Stickstoffverbindung**, welche ihr den Stickstoff,
4) einer **Schwefelverbindung**, welche ihr den Schwefel liefert;
5) von der Gegenwart von **Sauerstoff**, der zur Bildung organischer sauerstoffhaltiger Verbindungen erforderlich ist;
6) von der Aufnahme endlich von **Wasser** und jener **anorganischer Verbindungen**, die wir als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen überhaupt aufgeführt haben, oder mittelbar abhängig von einem Medium, welches diese anorganischen Stoffe, namentlich Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kalk, Bittererde, Eisen und Kochsalz in einer assimilirbaren Form enthält.

Von welchen Nahrungsbedingungen die Erhaltung und Entwickelung der Pflanzen abhängig ist.

Aus der Thatsache, dass atmosphärische Luft, Wasser und Boden die einzigen Medien sind, mit denen die Pflanze in nachweisbare unmittelbare oder mittelbare Wechselwirkung tritt, folgt ohne Weiteres, dass diese Medien alle zur Erhaltung der Pflanzen nöthigen Stoffe ihren Elementen nach oder als solche enthalten müssen. Wir haben aber weiter oben gesehen, dass von allen **organischen** Bestandtheilen der Pflanzen kein einziger in der Luft, im Wasser und im Boden nachzuweisen ist, während die **anorganischen** Bestandtheile derselben sich alle im Boden wiederfinden, ihnen also nicht eigenthümlich sind. Die Frage, woher die Pflanzen ihre anorganischen Bestandtheile nehmen, ist daher von vornherein zu beantworten, sie ist aber auch auf experimentellem Wege beantwortet: sie erhalten sie aus dem Boden.

Die weitere Frage ist aber die: welchen Medien entnimmt die Pflanze die Elemente ihrer organischen Bestandtheile, und wie gestaltet sie diese aus ihren Elementen?

Auch diese Frage ist ihrem ersten Theile nach durch eine Reihe der wichtigsten und schönsten Untersuchungen genügend beantwortet, während der zweite Theil derselben seiner Lösung allerdings in mehr wie einer Beziehung noch harrt.

Assimilation des Kohlenstoffs.

Assimilation des Kohlenstoffs.

Es ist eine auf das Bestimmteste constatirte Thatsache, dass die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft eine unveränderliche ist. Auf allen Punkten der Erdoberfläche und ganz unabhängig von den Verhältnissen des Klimas, der Erhebung über die Meeresfläche, der geographischen Breite, der Vegetation etc. sind darin Sauerstoff und Stickstoff genau in demselben Gewichts- und Volumenverhältnisse enthalten. Der Kohlensäuregehalt der Luft, an und für sich im Verhältniss zum Stickstoff und Sauerstoff ein sehr geringer, schwankt zwar innerhalb gewisser Grenzen, aber auch er wechselt wohl nach den Jahreszeiten, ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren. 100 Raumtheile atmosphärischer Luft enthalten nach den genauen Beobachtungen von de Saussure im

Constante Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

Mittel aller Jahreszeiten und nach den durch eine dreijährige Beobachtungsdauer gegebenen Daten 0,041 Volumprocente Kohlensäure.

Es ist aber bekannt, dass Thiere und Menschen durch ihren Respirationsprocess der Luft fortwährend Sauerstoff entziehen und ihr dafür Kohlensäure zuführen; es ist ebenso bekannt, dass bei der Verbrennung aller organischen Stoffe, und desgleichen bei ihrer Verwesung und Fäulniss Kohlensäure gebildet wird, die ebenfalls in die Luft entweicht. Durch jede brennende Lampe, durch jedes brennende Scheit Holz, durch jeden Athemzug erzeugen wir eine Quantität Kohlensäure, die in die Luft entweicht, während daraus eine entsprechende Menge Sauerstoff verschwindet. Wenn man von den Verbrennungsprocessen und der Respiration der Thiere ganz absieht und nur die der Menschen in Rechnung zieht, lässt sich durch eine ungefähre Berechnung finden, dass sich der Gehalt der Luft an Kohlensäure in 1000 Jahren verdoppeln müsste, und dass in 303 mal so viel Jahren aller Sauerstoff der Luft verschwunden und durch Kohlensäure ersetzt wäre. Und doch ist dies so wenig der Fall, dass die Luft in den Thränenkrügen des vor mehr wie 1800 Jahren verschütteten Pompeji genau dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie die Luft heutzutage.

Ursache davon.

Diese Thatsachen sind vollkommen unbegreiflich, wenn nicht eine Ursache vorhanden ist, welche die ungeheueren Massen von Kohlensäure aus der Luft beständig wegschafft, und die ihr den daraus verschwundenen Sauerstoff wiedergiebt.

Diese Ursache aber ist vorhanden und bekannt. Es ist der Lebensprocess der Pflanzen, dem unter Anderem die Function zugefallen ist, das durch Thiere und Verbrennungsprocesse gestörte Gleichgewicht in der Zusammensetzung der Atmosphäre wieder herzustellen. Die Pflanzen entziehen unter der Mitwirkung des Lichtes der Luft beständig Kohlensäure und geben ihr Sauerstoff wieder. Sie sind daher in ihrer Wirkung auf die Atmosphäre den Thieren geradezu entgegengesetzt, sie sind Luftverbesserer, wie die Thiere Luftverderber sind. Diese Function der Pflanzen fällt aber zusammen mit einem Theil ihrer Ernährung: mit der Assimilation des Kohlenstoffs. Die Pflanzen wirken dadurch luftverbessernd, dass sie nicht allein Kohlensäure der Luft entziehen, sondern ihr auch den verschwundenen Sauerstoff wieder zuführen. Dies geschieht aber dadurch, dass sie die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure in ihrem Organismus zersetzen, den Kohlenstoff derselben zum Aufbau ihres Leibes verwenden, den Sauerstoff derselben aber der Luft wieder zurückgeben. Dieses Verhältniss der Pflanzen zur Atmosphäre und somit auch die Quelle ihres Kohlenstoffs ist eine ebensowohl auf dem Wege der Beobachtung, wie auch auf jenem der Induction bewiesene Thatsache.

Priestley und Senebier haben zuerst die wichtige Beobachtung gemacht, dass die Blätter und alle grünen Theile der Pflanzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes Kohlensäure einsaugen und Sauerstoff aushauchen. Die Blätter und Zweige der Pflanzen besitzen dieses Vermö-

gen selbst dann noch, wenn sie von der Pflanze getrennt sind. In Brunnenwasser, welches Kohlensäure enthält, und noch mehr in Wasser, welches künstlich mit Kohlensäure gesättigt wurde, nehmen sie daraus so lange Kohlensäure auf, als noch welche vorhanden ist, und entwickeln dafür reines Sauerstoffgas. Wenn die Entwickelung von Sauerstoff aufhört, ist auch die Kohlensäure verschwunden; setzt man aufs Neue Kohlensäure zu, so stellt sich die Sauerstoffentwickelung wieder ein. Bringt man dagegen die Pflanzen in ausgekochtes Wasser, welches keine Kohlensäure enthält, oder in solches, welches Alkalien enthält, welche die Kohlensäure binden, so findet keine Gasentwickelung statt. Büschel von krautartigen Gewächsen, in ein Gemenge von 70 Thln. atmosphärischer Luft und 30 Thln. Kohlensäure gebracht, verwandeln in Zeit von vier Stunden fast alles Kohlensäuregas in ein gleiches Volumen Sauerstoffgas. Es ist ferner nachgewiesen, dass Pflanzen in atmosphärischer Luft sterben, der durch Kalkhydrat die Kohlensäure entzogen ist, während sie an kohlensäurehaltiger Luft gedeihen und an Gewicht zunehmen, obgleich sie dabei Sauerstoff aushauchen. Neuere Versuche von Boussingault haben die Fähigkeit der Blätter, die Kohlensäure unter der Mitwirkung des Sonnenlichtes zu zerlegen, abermals bestätigt, zugleich aber gezeigt, dass diese Zerlegung nur sehr langsam in reinem Sauerstoff, rasch dagegen in einem Gemenge von Kohlensäure und atmosphärischer Luft oder anderen indifferenten Gasen, wie Kohlenoxyd, Wasserstoffgas u. s. w., erfolge.

Die Pflanzen nehmen aus der Luft Kohlensäure auf, reduciren dieselbe in ihrem Organismus, behalten den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Leibes, und geben den Sauerstoff der Luft wieder zurück.

Dass die Pflanzen ihren Kohlenstoff aus der Kohlensäure der atmosphärischen Luft beziehen können, ist allein schon durch die Vegetation derjenigen Pflanzen, wie der Flechten, bewiesen, die sich auf nackten Felsen entwickeln. Derartige Pflanzen können ihren Kohlenstoff nur der atmosphärischen Luft entnehmen.

Aber auch auf directem Wege ist der Beweis dafür geliefert, dass der Kohlenstoff der Pflanzen von der Kohlensäure der Luft stammt. Man fand nämlich, dass Pflanzen in wässerigen Lösungen ihrer anorganischen Nahrungsstoffe, wenn ihre Blätter in die Atmosphäre ragen, gezogen und zur üppigen Entwickelung gebracht werden können (W. Knop, Stohmann).

Betrachtet man die Zusammensetzung der in den Pflanzen nachgewiesenen organischen Verbindungen, so findet man, dass sie alle weniger Sauerstoff enthalten, als nöthig wäre, um mit ihrem Kohlenstoff Kohlensäure zu bilden. Indem also die Pflanzen Kohlensäure aufnehmen, muss dieselbe in ihrem Organismus zerlegt werden und zwar in der Art, dass ihr Sauerstoff wieder austritt, denn die Bildung dieser organischen Verbindungen setzt eine Trennung des Kohlenstoffs von Sauerstoff voraus. Es ist also gewiss, dass der Sauerstoff, den die Pflanzen aushauchen, zum Theil von der aufgenommenen Kohlensäure stammt.

Wenn es sonach erwiesen ist, dass die Pflanzen der Luft Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sauerstoff wiedergeben und dass in ihrem Organismus eine Reduction der Kohlensäure stattfindet, so fragt es sich

zunächst: beziehen die Pflanzen die Kohlensäure nur aus der Atmosphäre und reicht überhaupt der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zur Ernährung der Pflanzen aus, oder giebt es noch eine andere Kohlensäurequelle für die Pflanzen. Obgleich die in der Luft enthaltene Kohlensäuremenge nach angestellten ungefähren Berechnungen vollkommen hinreichend erschiene, sie entspricht auf die ganze Atmosphäre berechnet 1400 Billionen Kilogramm Kohlenstoff, sonach mehr als das Gewicht aller Pflanzen und aller fossilen Kohlenlager zusammen, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass die Aufnahme der Kohlensäure von den Pflanzen in zweierlei Weise erfolge: durch die Blätter und durch die Wurzeln. Die in den Poren des Bodens enthaltene Luft ist reicher an Kohlensäure wie die Atmosphäre, mit dem Wasser, welches die Wurzeln der Pflanzen einsaugen, muss also eine grosse Menge Kohlensäure in die Pflanzen gelangen.

Der Kohlenstoff der Pflanzen stammt demnach von der Kohlensäure der Atmosphäre und des Bodens und seine Assimilation besteht in einer Reduction der Kohlensäure, in Folge deren der Kohlenstoff von den Pflanzen zurückgehalten, der Sauerstoff aber der Luft wiedergegeben wird.

Assimilation des Wasserstoffs.

Assimilation des Wasserstoffs.

Obgleich directe Beweise für die Annahme, dass den Pflanzen auch die Fähigkeit zukommt, das Wasser in ihrem Organismus zu zersetzen, fehlen, so sprechen doch viele und gewichtige Gründe dafür, dass die Pflanzen ihren Wasserstoff aus dem Wasser erhalten.

Gründe für die Annahme, dass die Pflanzen die Fähigkeit besitzen, das Wasser zu zerlegen und seinen Wasserstoff sich zu assimiliren.

De Saussure fand, dass mit der Abscheidung des Sauerstoffs und mit der Zersetzung der Kohlensäure die Pflanze an Gewicht zunimmt, was vollkommen der Annahme entspricht, dass mit dem Kohlenstoff gleichzeitig die Elemente des Wassers von der Pflanze assimilirt werden. Indem der Kohlenstoff aus der Kohlensäure frei wird, muss er, da alle organische im Pflanzenleibe vorkommende Verbindungen Wasserstoff enthalten, an Wasserstoff treten; dass dieser ihm aber von dem für das Pflanzenleben unentbehrlichen und überall vorhandenen Wasser geliefert werde, ist wohl die am Nächsten liegende Annahme. Die Annahme dagegen, dass das Wasser als solches mit dem Kohlenstoff in Verbindung treten könne, ist nur für eine beschränkte Anzahl von Verbindungen, für die Kohlehydrate zulässig; alle anderen Verbindungen enthalten aber entweder ein Plus oder ein Minus von Wasserstoff, ja einige bestehen sogar nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Wachs, Harze, flüchtige Oele, Kautschuk sind alle durch ein Plus von Wasserstoff gekennzeichnet. Wenn sonach der Wasserstoff der organischen Verbindungen von dem Wasser stammt, so muss dasselbe in ähnlicher Weise reducirt werden, wie die Kohlensäure, und es muss daher auch auf diese Weise Sauerstoff frei werden. Am wahrscheinlichsten ist es, dass in der Pflanze beide

Verbindungen gleichzeitig zersetzt, und der Sauerstoff aus beiden abgeschieden wird. Zum Theil bleibt derselbe mit den neugebildeten Radicalen verbunden, zum Theil aber entweicht er in die Atmosphäre. Wir werden übrigens sogleich hören, dass ein Theil des Wasserstoffs bei der Bildung stickstoffhaltiger Verbindungen möglicherweise auch vom Ammoniak stammen kann.

Assimilation des Stickstoffs.

Assimilation des Stickstoffs; er stammt vom Ammoniak und der Salpetersäure.

Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen stammt vom Ammoniak und der Salpetersäure, wie jetzt durch directe und indirecte Beobachtungen auf das Evidenteste erwiesen ist.

Ohne nähere Kenntniss und Würdigung der obwaltenden Verhältnisse könnte man geneigt sein, zu fragen: warum es nicht einfacher erschiene, anzunehmen, dass der Stickstoff der Pflanzen aus dem Stickstoff der Luft stamme, die ja daran so reich ist. Allein bei näherer Betrachtung ergiebt sich, dass gegen diese Annahme alle Gründe sprechen.

Gründe gegen die Annahme, dass der Stickstoff der Pflanzenbestandtheile vom freien Stickstoff der Luft stamme.

Wenn man annimmt, der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen stamme von dem freien Stickstoff der atmosphärischen Luft, so setzt man damit voraus, dass er die Fähigkeit besitze, sich unter den gegebenen Bedingungen mit dem Kohlenstoff, dem Wasserstoff und dem Sauerstoff zu vereinigen. Allein wir haben nicht den geringsten Anhaltspunkt für diese Voraussetzung. Vielmehr wissen wir, dass der Stickstoff ein sehr indifferentes Element ist. Ganz abgesehen davon aber haben directe Versuche von Boussingault gezeigt, dass der Stickstoff von den Pflanzen nicht assimilirt wird; es lehrt ferner die Erfahrung, dass viele Pflanzen das Stickstoffgas, welches die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöst im Wasser aufgenommen hatten, wieder aushauchen, und dass die Vegetation in einem Boden, der keine Substanzen enthält, welche leicht in Ammoniak übergehen können, auch bei Anwesenheit von Stickgas nicht in gehöriger Weise von statten geht.

Andererseits ist das Ammoniak eine Stickstoffverbindung, die im hohen Grade leicht zerlegbar ist, und in Berührung mit anderen Körpern die mannigfachsten Metamorphosen erleidet. Aus den neueren Forschungen über die Natur organischer Verbindungen wissen wir, dass die meisten stickstoffhaltigen organischen Verbindungen als directe Abkömmlinge des Ammoniaks anzusehen sind; es gehören hierher alle organische Basen, die physiologisch wichtigsten unter den stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, die Amide, Imide, die Amin- und Amidosäuren, und wahrscheinlich auch die Albuminate. Alle diese Verbindungen entstehen aus dem Molekül des Ammoniaks, oder aus dem zusammengesetzten Molekül des Ammoniumoxydes durch Vertretung des Wasserstoffs durch organische Radicale. Ausserdem vermag sich das Ammoniak, in reinem Zustande im Wasser leicht löslich, direct mit den verschiedensten

organischen Säuren zu Salzen zu vereinigen, und bildet mit gewissen Chromogenen, wie dem Erythrin und Orcin, prachtvolle Farbstoffe, kurz, wir wissen, dass es in die verschiedenartigsten Verbindungen einzugehen und in selben seinen Charakter entweder beizubehalten oder auch wohl vollkommen einzubüssen vermag.

Für die Aufnahme des Ammoniaks durch die Pflanzen sprechen aber noch zahlreiche andere Thatsachen und Erfahrungen. Man weiss, dass die Waschwasser der Gasanstalten, die bekanntlich reich an Ammoniaksalzen sind, wenn sie als flüssiger Dünger angewendet werden, dass Erträgniss der Felder erhöhen, dass Topfpflanzen, welche mit Brunnenwasser begossen, im Winter in den Treibhäusern ihre Blätter abwerfen, ihre Blätter behalten, wenn man dem Wasser kleine Mengen von Ammoniak zusetzt, dass diejenigen stickstoffhaltigen Körper, welche leicht in Kohlensäure und Ammoniak zerfallen, wie z. B. der Harnstoff im Harn, die Fruchtbarkeit des Bodens am Kräftigsten vermehren, man weiss endlich, dass die in den Pflanzen eingeschlossene Luft Ammoniak enthält. Berücksichtigt man ferner, dass der Luft beständig grosse Mengen von Ammoniak zugeführt werden, sie demungeachtet aber verhältnissmässig geringe Mengen davon enthält, so wird man nicht anstehen, die Aufnahme des Ammoniaks als hinreichend bewiesen anzusehen.

Das Ammoniak, welches die Pflanzen aufnehmen, stammt aus dem Boden und aus der Luft.

Fragt man nun, woher das Ammoniak, welches die Pflanzen aufnehmen, stammt, so lautet die Antwort: aus der Luft und aus dem Boden, der es seinerseits aber ebenfalls wieder aus der Luft bezieht. Dass die Luft kohlensaures, salpetrigsaures und salpetersaures Ammoniak enthält, wurde bereits im I. Bande dieses Werkes angegeben. Wegen seiner ausserordentlichen Löslichkeit in Wasser muss mit jeder Condensation des Wasserdampfes zu tropfbarem Wasser sich alles Ammoniak verdichten und selbes der Erde und den Pflanzen zugeführt werden und in der That enthält nicht nur alles Regenwasser, sondern auch der Thau und der Schnee stets nachweisbare Mengen von salpetersaurem und salpetrigsaurem Ammoniak. Die Vegetation auf nackten Felsen wachsender Pflanzen, sowie die Erfahrung, dass Pflanzen zur Entwickelung gebracht werden können in reinem Kohlenpulver, wenn sie mit Regenwasser begossen werden, ist ein Beweis dafür, dass die Pflanzen aus der Luft Ammoniak beziehen; dass sie aber auch selbes aus dem Boden erhalten und durch die Wurzeln einsaugen, ergiebt sich schon aus der Vertheilung der Ammoniakverbindungen auf der Erde und aus mannigfachen Erfahrungen. Directe Versuche haben ergeben, dass die Luft in den Poren des Bodens reicher ist an Ammoniak, wie die Atmosphäre und dass der Boden eine Anziehung auf die anorganischen Stoffe, die den Pflanzen als Nahrung dienen und namentlich auch auf das Ammoniak äussert, welche nur mit jener der Kohle für Farb- und Riechstoffe verglichen werden kann.

Auch die Salpetersäure ist eine Quelle des Stickstoffs der Pflanzen. Spricht dafür ebenfalls schon der chemische Charakter der Salpetersäure,

welche wie alle übrigen Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs sehr leicht in ihre Elemente zerfällt, und durch nascirenden Wasserstoff in Ammoniak übergehen kann (Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure liefert Ammoniak, vergl. Bd. I. S. 153), ferner der Umstand, dass salpetrige und Salpetersäure constante Bestandtheile der Luft sind und durch die meteorischen Niederschläge der Erde beständig zugeführt werden, so wie endlich die Thatsache, dass auch das Ammoniak in lockerem, lufthaltigem Erdreich rasch zu Salpetersäure oxydirt wird, so ist auch auf directem Wege durch zahlreiche Vegetationsversuche bewiesen, dass die Pflanzen salpetersaure Salze aus dem Boden aufnehmen, die Fähigkeit besitzen, die Salpetersäure zu reduciren, ja bei künstlichen Vegetationen in den wässerigen Lösungen ihre Nährstoffe zur Entwickelung gebracht werden können, wenn ihnen der Stickstoff nur in der Form salpetersaurer Salze mit Ausschluss des Ammoniaks dargeboten wird (Knop). Wird aber bei derartigen Versuchen gleichzeitig Ammoniaksalz den Lösungen zugefügt, so ist das Resultat ein günstigeres und die Entwickelung eine üppigere (Stohmann).

Der Stickstoff der Pflanzenbestandtheile stammt sonach vom Ammoniak, der Salpetersäure und der salpetrigen Säure der Luft und des Bodens.

Die Assimilation des Stickstoffs kann ferner erfolgen:

1) durch directe Aufnahme des Ammoniaks und Bindung desselben an bereits gebildete stickstofffreie Verbindungen;
2) durch Austritt von Wasserstoff des Ammoniaks und Eintritt organischer Radicale (organische Basen, Amide etc.).
3) durch Reduction der salpetrigen und der Salpetersäure, wobei der Sauerstoff als Wasser austritt, der Stickstoff aber assimilirt wird.

Assimilation des Sauerstoffs.

Assimilation des Sauerstoffs.

Nach directen Versuchen stellt sich die Gegenwart des Sauerstoffs als nothwendige Bedingung des Lebens der Pflanzen heraus. Pflanzen, die Tag und Nacht im Dunklen in einer sauerstofffreien Atmosphäre gehalten werden, sterben sehr bald ab. Aus dem Sauerstoffgehalte der meisten organischen Verbindungen folgt von selbst, dass den Pflanzen auch Sauerstoff zugeführt werden muss. Dieser Sauerstoff aber kann möglicherweise aus dem Wasser, aus der Kohlensäure und aus dem freien Sauerstoff der Atmosphäre stammen. Indem die Pflanzen in ihrem Leibe die Kohlensäure und das Wasser zerlegen, könnte ein Theil des aus beiden Verbindungen frei werdenden Sauerstoffs sich auf die organischen Verbindungen übertragen, aber es könnte ebenso gut der Sauerstoff auch direct der Atmosphäre entnommen werden. Bei jenen organischen Verbindungen endlich, die Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse wie im Wasser enthalten, und bei jenen, die ein Plus von Wasserstoff darbieten, wäre es denkbar, dass der Sauerstoff in der Form von

Wasser eingeführt würde. Obgleich nun darüber, ob die Assimilation des Sauerstoffs auf dem einen oder auf dem anderen, oder auf beiden Wegen zugleich erfolgt, beweisende Beobachtungen nicht vorliegen, so ist es doch durch genaue Versuche ausser allen Zweifel gesetzt, dass die Pflanzen der Luft unter gewissen Bedingungen Sauerstoff entziehen. Während des Keimprocesses findet reichliche Sauerstoffabsorption statt und die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Kohlensäure beginnt erst nach der Entfaltung der grünen Blätter, aber mit ihr Hand in Hand geht Aufnahme von Sauerstoff. Während die Pflanzen nämlich im Sonnenlichte Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen, geht im Dunkeln und bei Nacht das Umgekehrte vor sich, sie nehmen Sauerstoff auf und geben Kohlensäure an die Atmosphäre ab, wie Ingenhouss, de Saussure, Grischow und Boussingault zeigten. Es liegt nahe zu fragen, wie die Pflanzen luftverbesserend wirken können, wenn sie bei Nacht der Luft die Kohlensäure wieder zurückgeben, die sie ihr bei Tage nehmen, und wie eine Reduction der Kohlensäure im Pflanzenleibe mit der Thatsache in Uebereinstimmung zu bringen ist, dass die Pflanzen bei Nacht Kohlensäure aushauchen, die man sich durch Oxydation von Kohlenstoff gebildet denken kann. Folgendes ist über diese Verhältnisse und ihre physiologische Bedeutung anzuführen.

Es ist richtig, dass bei Nacht von den Pflanzen Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure ausgehaucht wird, allein die Sauerstoffabsorbtion steht nicht im Verhältniss zur Kohlensäureauscheidung. Das Volumen des absorbirten Sauerstoffs ist grösser wie das der abgeschiedenen Kohlensäure, denn die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, vermindert ihr Volumen; die Sauerstoffmenge, welche ferner die Pflanzen bei Tage aushauchen, ist grösser, als die, welche sie in der Nacht aufnehmen. Denn aus einem abgeschlossenen Luftvolumen, in welchem die Pflanzen Tag und Nacht verweilen, verschwindet die Kohlensäure allmählich vollständig. Es ist ferner sehr wahrscheinlich, dass die Hauptmenge der bei Nacht ausgehauchten Kohlensäure nicht von einer Oxydation der Pflanzenbestandtheile stammt. Obgleich es sicher ist, dass der Sauerstoff, der bei Nacht aufgenommen wird, zur Oxydation gewisser Stoffe in der Pflanze verwendet wird, was durch die Beobachtung bewiesen ist, dass gewisse Pflanzen, so z. B. die Blätter von *Cacalia ficoides* und *Cotyledon calycina*, am Morgen sauer wie Sauerampfer schmecken, dagegen gegen Mittag geschmacklos und am Abend sogar bitter sind, — so sind doch die meisten intermediären Oxydationen leicht oxydirbarer organischer Verbindungen gewöhnlich nicht mit Kohlensäurebildung verbunden. Die Oxydation besteht vielmehr meist in einer Bildung von Wasser und Substitution des austretenden Wasserstoffs durch Sauerstoff, und nicht selten in dem Eintritt einer weiteren Menge Sauerstoff. Es lässt sich endlich die Kohlensäureausscheidung der Pflanzen bei Nacht ganz einfach auf eine physikalische Ursache zurückführen: wenn die Pflanzen im Sonnenlichte Kohlensäure und Wasser aufnehmen, so werden

diese Verbindungen reducirt, ihr Kohlen- und Wasserstoff zurückbehalten und ihr Sauerstoff ganz oder zum Theil der Luft sammt einem Theil verdunstenden Wassers wiedergegeben. Da aber bei Nacht eine Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers nicht stattfindet, während durch die Wurzeln beständig kohlensäurehaltiges Wasser aufgesaugt wird, so muss ein Theil dieser Kohlensäure mit dem Wasser einfach abdunsten und in die Luft übergehen. Diejenige Kohlensäure, welche von den Pflanzen nicht bloss abgedunstet wird, kann möglicherweise von im Pflanzenorganismus vor sich gehenden Spaltungsprocessen stammen.

Erscheint es demnach ausgemacht, dass der Sauerstoff, der von den Pflanzen bei Nacht aufgenommen wird, zur Oxydation dient, so ist es nicht minder sicher, dass dadurch die luftverbessernde Wirkung der Pflanzen nicht wesentlich beeinträchtigt wird, und dass die gleichzeitige Kohlensäureausscheidung damit in keinem so nahen Zusammenhange steht, als man früher anzunehmen geneigt war.

Assimilation des Schwefels.

Assimilation des Schwefels.

Entscheidende Beobachtungen über die Art der Assimilation des Schwefels, der, wie bekannt, ein Bestandtheil der Albuminate und gewisser ätherischer Oele (Knoblauchöl, Asafoetidaöl, Senföl u. e. a.) ist, fehlen, und wir haben uns daher zunächst darnach umzusehen, woher der Schwefel überhaupt stammen kann. Hier eröffnen sich uns nun zwei Möglichkeiten. Entweder er stammt aus Schwefelverbindungen, die in der Luft, oder aus solchen, die im Boden enthalten sind. In der Luft aber ist bisher eine einzige Schwefelverbindung, und auch die keineswegs constant aufgefunden: Schwefelwasserstoff. Der Schwefelwasserstoff lässt sich aber nur in der Nähe der Orte, an denen er sich entwickelt (Abtritte, Düngerhaufen, Schwefelquellen u. s. w.) und auch da nur so lange nachweisen, als die Entwickelung dauert, denn in Berührung mit Sauerstoff wird er bekanntlich alsbald zersetzt. Berücksichtigt man überdies, dass die in den Poren des Bodens enthaltene Luft nach angestellten Versuchen keine Spur von Schwefelwasserstoff enthält, und eine schwefelwasserstoffhaltige Luft der Erfahrung gemäss die Pflanzen absterben macht, so wird man die Quelle des Schwefels der Pflanzenbestandtheile in der Atmosphäre zu suchen nicht sehr geneigt sein können. Sucht man sie aber dort nicht, so bleibt nur mehr eine Möglichkeit, denn dann bleibt nur mehr die Annahme, dass der Schwefel von den Schwefelverbindungen des Bodens stamme. Im Boden aber findet sich der Schwefel in keiner anderen Form, wie in jener schwefelsaurer Salze und demnach müsste den Pflanzen die Fähigkeit zukommen, die Schwefelsäure zu zerlegen, so wie sie die Kohlensäure und das Wasser zerlegen. Wenn man bedenkt, dass die Elemente der Schwefelsäure nicht fester gebunden sind, wie die des Wassers und jedenfalls viel weniger fest, wie die der Kohlensäure, so wird eine solche Annahme nicht befremdlich erscheinen.

Dass übrigens der Schwefel in schwefelhaltigen organischen Pflanzenbestandtheilen in einer Form enthalten sein könne, welche derjenigen des Schwefels in den schwefelsauren Salzen sehr nahe steht, lehrt die Zersetzung, welche das in den schwarzen Senfsamen enthaltene myronsaure Kali durch Myrosin mit der grössten Leichtigkeit erleidet. Es spaltet sich dieses merkwürdige Glucosid dann nämlich in Senföl, Traubenzucker und saures schwefelsaures Kali.

Assimilation der feuerbeständigen anorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

Assimilation der feuerbeständigen Bestandtheile der Pflanzen.

Die Unentbehrlichkeit der Aschenbestandtheile der Pflanzen für ihren Lebensprocess in überzeugender Weise dargethan und damit der Landwirthschaft eine wissenschaftliche Basis gegeben zu haben ist das unsterbliche Verdienst Liebig's.

Unentbehrlichkeit derselben für die Entwickelung der Pflanzen, und Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf letztere.

Zahlreiche mit der grössten Sorgfalt ausgeführte Aschenanalysen der verschiedensten Pflanzen haben ergeben, dass gewisse anorganische Stoffe in keiner Pflanze fehlen, dass aber ihre Vertheilung und ihr relatives Mengenverhältniss nicht nur allein bei verschiedenen Pflanzen, sondern sogar bei den verschiedenen Organen einer und derselben Pflanze ein verschiedenes und dass dieses Verhältniss kein zufälliges ist, sondern zur Entwickelung der Pflanzen und ihrer Organe in einer ganz bestimmten Beziehung steht. Das Gesammtresultat aller nach dieser Richtung angestellten Forschungen ist, dass gewisse anorganische feuerbeständige Stoffe für die Entwickelung der Pflanzen ebenso unentbehrlich sind, wie Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel und dass, wenn einer Pflanze auch alle soeben genannten Nahrungsstoffe in einer assimilirbaren Form dargeboten werden, ihr Gedeihen immer noch davon abhängig ist, ob der Boden, in dem sie wurzelt, ihr jene anorganischen Bestandtheile in dem gehörigen Verhältniss zu bieten vermag.

Die Abhängigkeit der Entwickelung der Pflanzen vom Boden und seiner Beschaffenheit giebt sich durch eine Menge der unzweideutigsten Thatsachen zu erkennen. Die Theestaude von China nach Java oder nach Südamerika verpflanzt, ändert sich in ihrer Entwickelung derart, dass der javanische oder amerikanische Thee dem chinesischen in seiner Qualität entfernt nicht gleichgestellt werden kann. Die sogenannte Teltower Rübe gedeiht nur im Sandboden der Mark, versetzt man sie in einen üppigeren Boden, so artet sie zu unförmlichen Knollen aus. Dasselbe gilt von dem Taback und der Rebe, auch hier giebt sich der Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf das Deutlichste zu erkennen. Der feinste Havannataback degenerirt auf Java alsbald, die edelste Rebe liefert unter sonst gleichen Bedingungen nur dann einen edlen Wein, wenn der Boden der für sie passende ist. Liebig hat beobachtet, dass es genügte, einen Baum, der bittere Mandeln trug, zu versetzen, um daraus süsse Mandeln zu erhalten. Kartoffeln, die im Keller keimen, wo ihnen also die Erde,

als das Magazin anorganischer Basen, fehlt, enthalten einen giftigen Stoff, das Solanin, von dem wir nicht die kleinste Spur in den Kartoffeln entdecken, die auf dem Felde gewachsen sind.

Beziehungen einzelner Bodenbestandtheile zur Ernährung der Pflanze.

Erscheint demnach die Abhängigkeit der Pflanzen und ihrer Entwickelung von der Bodenbeschaffenheit festgestellt, so entsteht nun die weitere Frage: Kennt man die Beziehungen, welche zwischen der Aufnahme bestimmter einzelner Bodenbestandtheile und der Entwickelung der Pflanzen stattfinden? — Auch diese Frage muss bejahend beantwortet werden. Man weiss nicht nur, dass gewisse Pflanzengattungen dem Boden gewisse Bestandtheile in grösserer Menge entziehen und diese Bestandtheile daher vorzugsweise zu ihrer Entwickelung bedürfen, sondern man kennt auch vielfach die Wirkungen, welche das Fehlen derselben im Boden auf die Entwickelung der Pflanzen und auf die landwirthschaftlichen Erträge ausübt, und es ist in einzelnen Fällen sogar erwiesen, dass zwischen der Menge gewisser Aschenbestandtheile einerseits und bestimmter organischer Stoffe in den Pflanzen anderseits ein constantes Verhältniss besteht. Da eine ausführlichere Darlegung dieser Beziehungen uns geradezu auf das Gebiet der Agriculturchemie und Landwirthschaft führen würde, so begnügen wir uns, dieselben an einzelnen Beispielen nachzuweisen.

Man hat gefunden, dass die Haferpflanze bei Mangel an Eisen im Boden ihre grüne Farbe einbüsst, dass sie bleichsüchtig wird, und die Fähigkeit verliert, Blüthe und Frucht zu erzeugen. Man hat ferner gefunden, dass der Gehalt der Chinasorten an Chinin und anderen organischen Basen abhängig ist von der Menge anorganischer Basen, welche die Pflanze aus dem Boden aufnimmt: einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der letzteren. Man weiss, dass die Entwickelung der Rebe vorzugsweise Kali, die der Halophyten vorzugsweise Natron, die mehrerer Monocotyledonen besonders Kieselerde, die der Cerealien ein gewisses Verhältniss von Phosphaten verlangt; man hat ferner ermittelt, dass das Verhältniss der anorganischen Stoffe in den verschiedenen Pflanzenorganen ein verschiedenes ist. So geht das Kali, welches der Weinstock aus dem Boden aufnimmt, nur zu einem kleineren Theile in die Trauben, grossentheils dagegen in Holz und Blätter der Rebe über. Der Kalk wiegt in der Rinde der Rosskastanie vor, und nimmt einerseits nach dem Holz, den Blattstengeln und Blättern, anderseits nach den Blüthen- und Fruchtorganen ab, umgekehrt verhält sich das Kali. Aus den Untersuchungen von Mayer und jenen von Zöller ergiebt sich als allgemeines Resultat, dass zwischen der Menge stickstoffhaltiger organischer Bestandtheile in den Pflanzen, und zwischen ihrem Gehalte an Phosphorsäure in den phosphorsauren Salzen ein ganz bestimmtes Verhältniss besteht, so dass man, wenn man den Stickstoffgehalt derselben kennt, den Gehalt an Phosphorsäure berechnen kann. Die Magnesia scheint bei der Samenbildung wesentlich betheiligt zu sein, die Alkalien und

insbesondere Kali bei der Bildung der Kohlehydrate und der organischen Säuren, der Kalk bei der Bildung des Zellstoffes.

Art der Aufnahme der anorganischen Bodenbestandtheile.

Ueber die Art der Aufnahme der anorganischen Stoffe aus dem Boden hat man bis auf die jüngste Zeit eine irrige Ansicht gehabt. Man hat nämlich, wie dies auch ganz natürlich schien, geglaubt, dass die anorganischen Stoffe aus dem Boden den Wurzeln der Pflanzen ganz einfach in einer Lösung zugeführt und von ersteren aufgesogen würden. Diese Ansicht, der übrigens schon immer die Thatsache im Wege stand, dass die Pflanzen einzelne Stoffe aus dem Boden in grösserer Menge aufnehmen, wie andere und dies auch dann, wenn der Boden gerade an diesen Stoffen arm, während er an anderen reich ist, hat sich durch neuere Untersuchungen als irrig erwiesen. Diese, von Bronner, Thomson, Huxtable, Way und Liebig angestellt, haben die merkwürdige Thatsache kennen gelehrt, dass die Ackererde das Vermögen besitzt, diejenigen anorganischen Stoffe, welche unentbehrliche Nahrungsmittel der Pflanzen sind, aufzusammeln und mit grosser Kraft zurückzuhalten. Regenwasser nimmt beim Durchfiltriren durch Ackererde keine Spur von Kali, von Ammoniak, von Phosphorsäure und von Kieselerde auf, und lässt man Regen- oder anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure aufgelöst hält, durch Ackererde filtriren, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung. Die Ackererde vermag also Lösungen diese Stoffe zu entziehen, und sie, ähnlich wie Kohle Farb- und Riechstoffe, mit einer gewissen Kraft zurückzuhalten. Dass übrigens eine gewisse Auswahl dabei stattfindet, ergiebt sich daraus, dass wenn man mit kohlensaurem Wasser bereitete Lösungen von phosphorsaurem Kalk, oder von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak mit Ackererde zusammenbringt, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes und die Phosphorsäure und das Ammoniak der phosphorsauren Ammoniak-Bittererde in der Ackererde vollständig zurückbleiben, während Kalk und Bittererde zum Theil in das Filtrat übergehen. Ebenso entzieht einer verdünnten Chlorkaliumlösung Ackererde das Kalium vollständig, während dieselbe Menge Erde einer Kochsalzlösung noch nicht die Hälfte Natrium entzieht. Dieses Verhalten gewinnt sogleich Bedeutung, wenn man sich daran erinnert, dass die Asche der Landpflanzen vorzugsweise Kali enthält. Ebenso wird von schwefelsaurem und salpetersaurem Natron nur ein Theil des Natrons in der Erde zurückgehalten, während von schwefelsaurem und salpetersaurem Kali alles Kali in der Erde zurückbleibt.

Ebenso nimmt die Ackererde aus gefaultem Harn, Mistjauche mit Wasser verdünnt, aus einer Auflösung von Guano in Wasser alles darin enthaltene Ammoniak, alles Kali und alle Phosphorsäure auf, so dass es als eine ganz allgemeine Eigenschaft der Ackerkrume anzusehen ist, diese Stoffe, die für sich bei ihrer grossen Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser in einer gewissen Zeit aus dem Boden ausgelaugt werden müssten, diesem zu erhalten. Es bedarf übrigens wohl kaum der Er-

wähnung, dass diese Eigenschaft eine begrenzte und dass auch die Capacität der verschiedenen Bodenarten in diesem Sinne eine verschiedene ist. Für jede Bodenart giebt es einen gewissen Sättigungspunkt und ein Ueberschuss der oben mehrfach genannten Stoffe bleibt dann in Lösung. Sandboden absorbirt bei gleichem Volumen weniger wie Mergelboden, dieser weniger wie Thonboden. Ein an organischen Ueberresten: an Humus reicher Boden entzieht einer Lösung von kieselsaurem Kali alles Kali, allein die Kieselsäure bleibt gelöst; humusarme Thon- oder Kalkboden dagegen nehmen aus der Lösung alles Kali und alle Kieselsäure auf.

Diesen Thatsachen gegenüber muss die Ansicht, dass die Pflanzen ihre anorganische Nahrung einfach in einer Lösung erhalten, aufgegeben werden und man muss annehmen, dass eine Wechselwirkung zwischen den Wurzeln und ihren Säften einerseits und der Ackerkrume andererseits besteht, in Folge deren die anorganischen Nahrungsstoffe direct aus letzterer aufgenommen werden. Die Art dieser Wechselwirkung wird verständlich, wenn man die Thatsache berücksichtigt, dass die Wurzelsäfte der Pflanzen so viel freie Säure enthalten, dass sie Lackmuspapier sehr stark röthen; allein es sind hier noch mancherlei Umstände unaufgeklärt und kann man vorläufig nicht anders annehmen, als dass dabei je nach der Natur der Pflanze eine gewisse Auswahl stattfindet und dies gilt nicht allein für die Landpflanzen, sondern auch für die Wasserpflanzen, welche ihre Nahrungsstoffe fixer anorganischer Natur nur aus einer Lösung erhalten können. Auch hier zeigt die Analyse der Asche derartiger Pflanzen verglichen mit jener des Wassers, in welchem sie leben, dass das Verhältniss der Bestandtheile ein total geändertes ist. So wurden in der Asche von Wasserlinsen eines künstlichen Sumpfes des botanischen Gartens zu München 21 Proc. Kalk und Bittererde gefunden, während das Wasser des Sumpfes einen Rückstand gab, der 45 Proc. Kalk und Bittererde enthielt; der Salzrückstand des Wassers enthielt 0,72 Proc. Eisenoxyd, die Pflanze dagegen 10mal mehr. — Die Asche von Trapa natans aus einem Teiche in der Nähe Nürnbergs gab 28 Proc. Kieselerde, während im Salzrückstand des Teichwassers kaum 2 Proc. davon sich vorfanden, die Menge des Mangans in der Asche von Trapa natans betrug 7 bis 13 Proc., während im Wasser nur 0,1 Proc. davon enthalten war, das Wasser war reich an Kalk, Bittererde und Schwefelsäure, während die Pflanze an diesen Bestandtheilen viel ärmer, und vorzugsweise reich an Kieselerde, Eisen und Mangan war. Die Pflanzen nehmen daher die anorganischen Stoffe in den Verhältnissen auf, die für ihren Lebensprocess die geeigneten sind, keineswegs aber in solchen, in denen sie ihnen in Lösungen dargeboten werden. Die Annahme, dass das Absorptionsvermögen der Ackererde die Pflanze gegen die Aufnahme ihr schädlicher Stoffe schütze, indem die letzteren durch die meteorischen Niederschläge in den meisten Fällen aus dem Bereiche der Wurzeln fortgeführt werden, steht im Widerspruche mit von mir ermittelten Thatsachen. Die

Ackererde besitzt nämlich auch ein sehr bedeutendes Absorptionsvermögen für schwere Metalloxyde, und es werden von ihr aus Lösungen von Kupfer-, Blei-, Quecksilber- und Zinksalzen die Oxyde vollkommen zurückgehalten, während die Säuren unabsorbirt bleiben. Auch aus Lösungen von Arsenik und von Antimonoxyd werden bedeutende Mengen dieser Gifte absorbirt; trotzdem aber gehen alle diese giftigen Stoffe nicht oder nur spurenweise in die Pflanzen über, wenn sie dem Boden in einer assimilirbaren Form innig beigemischt sind.

Assimilation des Wassers.

Assimilation des Wassers.

Bereits weiter oben wurde auseinandergesetzt, dass alle Pflanzen und Pflanzenorgane Wasser enthalten, welches für ihr Leben und ihr Gedeihen unentbehrlich ist und der Menge nach oft mehr beträgt, wie ihre organischen und feuerbeständigen Bestandtheile zusammengenommen. Ueber die Art der Aufnahme dieses Wassers werden bei der Selbstverständlichkeit der Sache wenige Worte genügen.

Die Hauptorgane für die Aufnahme des Wassers sind jedenfalls die Wurzeln. Darüber besteht keine Meinungsverschiedenheit unter den Pflanzenphysiologen, während die Möglichkeit der Wasseraufnahme durch die Blätter allgemein bestritten wird. Der Aufnahme des Wassers durch die Pflanzen geht eine Abdunstung desselben parallel, welche fortwährend von statten geht und so beträchtlich ist, dass nach den Versuchen von Hales ein Kohlkopf in 12 Stunden nicht weniger wie 1 Pfund 6 Loth Wasser durch Verdunstung verliert. Ein Morgen Landes mit Hopfen bepflanzt verdunstet in 120 Tagen 4,250,000 Pfund Wasser.

Da ein Theil von dem Wasser, welches die Pflanzen aufnehmen, in ihrem Organismus reducirt wird, so müssen die abdunstenden Mengen desselben jedenfalls geringer sein, wie die aufgenommenen. Versuche haben dies bestätigt und damit einen indirecten Beweis für die Zerlegung des Wassers in den Pflanzen geliefert. Nach Senebier's Versuchen verhält sich das aufgenommene Wasser zu dem abdunstenden wie 15 : 13. Auch tropfbarflüssiges Wasser scheiden manche Pflanzen unter besonderen Verhältnissen aus, so *Nepenthes destillatoria*, *Sarracenia purpurea* u. a. m.

Ueber den Modus, nach welchem in den Pflanzen die Bildung organischer Verbindungen erfolgt.

Die primitive Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen erfolgt durch Synthese.

Vergleicht man die Nahrungsstoffe der Pflanzen mit den organischen Verbindungen, welche Bestandtheile der letzteren sind, so sieht man sogleich ein, dass die Bildung dieser organischen Verbindungen direct aus den Nahrungsstoffen nur auf einem Wege, auf dem der Synthese, erfolgen kann, denn die Zusammensetzung derselben: der organischen Säuren, der organischen Basen, der Kohlehydrate, Glucoside, Gerbsäuren,

Fette, ätherischen Oele, Harze, Albuminate u. s. w. ist eine derartige, dass, wenn man sie sich aus den Nahrungsstoffen: Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, direct erzeugt denkt, dieses nur unter der Voraussetzung möglich ist, dass sich die Moleküle dieser Nahrungsstoffe zu einander unter mannigfachen Abscheidungen und Substitutionen addiren. Allein es wäre vollkommen irrig, die Bildung aller organischen Verbindungen, die in den Pflanzen vorkommen, aus den oben genannten Nahrungsstoffen direct erfolgend anzunehmen, denn wenn man das allgemeine Verhalten der organischen Verbindungen, die Leichtigkeit, mit der sie in einander übergeführt werden, berücksichtigt, so ist es klar, dass *primitiv* eine gewisse Anzahl der organischen Pflanzenbestandtheile allerdings aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak erzeugt werden muss, dass aber, so wie einmal diese organischen primitiven Stoffe gebildet sind, die weitere Bildung aus den Bestandtheilen der Nahrung *und* diesen bereits fertigen organischen Stoffen, oder auch wohl durch Umsetzungen der letzteren selbst erfolgen kann. Aber auch bei dieser Art von Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen wird insofern, als es sich dabei um die Bildung von zusammengesetzteren Stoffen aus einfacheren handeln sollte, der Vorgang im Wesentlichen ein synthetischer sein; wenngleich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass gewisse organische Verbindungen, die wir in den Pflanzen antreffen, aus zusammengesetzteren durch Abspaltung oder andere analytische Vorgänge erzeugt werden können. Die *primitive* Bildung der organischen Pflanzenbestandtheile aus den Nahrungsstoffen durch Synthese ist die einzig mögliche Bildungsweise und daher schon durch die Existenz dieser organischen Stoffe bewiesen, sie wäre auch dann bewiesen, wenn es uns bisher nicht gelungen wäre, *ausserhalb des Organismus* in unseren Laboratorien organische Verbindungen aus anorganischen auf synthetischem Wege künstlich darzustellen.

Darstellung organischer Verbindungen durch Synthese auf künstlichem Wege.

Aber auch dies ist in neuerer Zeit mehrfach gelungen und dadurch ein experimenteller Beweis für die synthetische Bildung organischer Verbindungen geliefert, der dem ähnlichen Vorgange bei der Bildung derselben in den Pflanzen alles Geheimnissvolle und vitalistisch Eigenthümliche abstreift.

So hat man auf synthetischem Wege *Methylalkohol*, und zwar durch Erhitzen von *Chlormethyl* mit *Kalilauge* dargestellt:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}C_2H_3\\Cl\end{matrix}\right\}}_{\text{Chlormethyl}} + \left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O_2 = \underbrace{\left.\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}\right\}O_2}_{\text{Methylalkohol}} + \left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Aethylalkohol erhält man durch Synthese aus dem *ölbildenden Gase* mittelst concentrirter Schwefelsäure:

$$C_4H_4 + 2\,HO = C_4\,H_6\,O_2,$$

Ameisensäure durch Einwirkung von Kohlenoxydgas auf Wasser bei Gegenwart von Alkalien:

$$C_2O_2 + 2\,HO = C_2H_2O_4$$
Kohlenoxyd — Ameisensäure.

Essigsäure durch Einwirkung von Kohlensäure auf Methylnatrium:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3\\ Na\end{matrix}\right\} + C_2O_4 = \left.\begin{matrix}C_2H_3(C_2O_2)\\ Na\end{matrix}\right\} O_2$$
Methylnatrium — Essigsäure

Propionsäure in analoger Weise aus Aethylnatrium und Kohlensäure.

Salicylsäure erhält man durch Synthese, indem man Kohlensäure in Phenylalkohol leitet, während Natrium sich darin auflöst, wobei sich salicylsaures Natrium bildet. Endlich hat man in neuerer Zeit eine Reihe von Kohlenwasserstoffen synthetisch erzeugt.

Diese Beispiele genügen, um die künstliche Darstellung organischer Verbindungen durch Synthese zu erläutern. Auf welche Weise dieselbe aber innerhalb der Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichtes u. s. w. erfolgt, darüber fehlen uns zur Zeit noch sichere und factische Nachweise, obgleich mancherlei Anhaltspunkte gegeben sind, die uns zu Möglichkeitsschlüssen berechtigen.

Die dabei möglichen Vorgänge erläutern nachstehende Betrachtungen:

C_2O_4 (Kohlensäure) + H_2O_2 (Wasser) könnten geben:

$$C_2H_2O_2 \text{ und } 4\,O;$$

$C_2H_2O_2$ ist aber die empirische Formel des Traubenzuckers;
oder: $C_2H_2O_4 + O_2$.
d. h. Ameisensäure und Sauerstoff.

C_4O_8 und H_4O_4 könnten geben:
$C_4H_2O_8$, d. h. Oxalsäure, $+ 2HO + 2O$.

C_4O_8 und H_3O_3 könnten geben:
$C_4H_3O_2$: Acetyl, $+ 9O$.

Acetyl: $C_4H_3O_2 + \left.\begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\right\} O_2$ könnten sodann geben:

$\left.\begin{matrix}C_4H_3O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2 + H$, d. h. Essigsäure + Wasserstoff,

der mit Sauerstoff wieder Wasser bilden würde u. s. w.

Wie aus dem Ammoniak durch Substitution des Wasserstoffs durch organische Radicale sich Basen bilden können, wurde im zweiten Theile so ausführlich erörtert, dass wir hier von einer Wiederholung wohl absehen können. Darum genug dieser Möglichkeiten. Sehen wir uns nach Thatsächlichem um, so finden wir, dass solches so gut wie nicht vorliegt und wir bei der Beurtheilung des Vorganges der Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen auf allgemeine Erwägungen und Wahrscheinlichkeitsschlüsse angewiesen sind und dass aus diesem Grunde auf

diesem Hypothesen so zugänglichen Gebiete grosse Meinungsverschiedenheit herrscht.

Allgemeine Erörterungen über die bei der Bildung organischer Verbindungen in den Pflanzen stattfindenden Vorgänge.

Die Elementarorgane der Pflanzen sind die Zellen, die während der ganzen Lebensdauer fortwährend gebildet werden. Die chemischen Bestandtheile, welche allen Pflanzenzellen ohne Ausnahme gemeinsam erscheinen, sind Cellulose und Albuminate. Während nun aber diese beiden Stoffe in allen Pflanzen dieselben sind, finden wir neben diesen die verschiedensten organischen Verbindungen, zum Theil nur gewissen Pflanzenfamilien, zum Theil sogar einzelnen Species eigenthümlich, zum Theil bestimmten Entwickelungsphasen der Pflanze entsprechend. Dieselben können einerseits als Producte der progressiven, andererseits als Producte der regressiven Stoffmetamorphose angesehen werden, d. h. man kann sich denken, sie seien Uebergangsglieder von den einfacheren zu den zusammengesetzteren Verbindungen, oder sie seien Nebenproducte bei der Bildung der letzteren, Spaltungs-, Oxydationsproducte u. s. w., die als Auswurfsstoffe zu betrachten sind, nicht weiter geeignet, am Stoffwechsel der Pflanze Antheil zu nehmen.

Im Allgemeinen muss festgehalten werden, dass kein Grund zu der Annahme vorliegt, sich die Bildung der Bestandtheile der Pflanzen in allen Fällen auf gleiche Weise erfolgend zu denken, denn die aufgenommenen Nahrungsmittel finden in den verschiedenen Pflanzen verschiedene bereits fertig gebildete Stoffe vor, mit denen sie in Wechselwirkung treten.

Es ist daher kaum mehr wie Conjectur, wenn wir über die Art der Bildung der Pflanzenstoffe Ansichten aussprechen, denn wenn auch eine Ansicht für einen Fall richtig wäre, so folgt daraus noch keineswegs, dass sie es für alle Fälle ist.

Wir müssen daher vorläufig darauf verzichten, die Pflanze vor unserem geistigen Auge sich chemisch aufbauen zu sehen und nur in Bezug auf einzelne bei derartigen Betrachtungen sich aufdrängende Fragen, namentlich über die Präexistenz einzelner organischer Verbindungen, findet sich Material zur Beantwortung oder wenigstens zur Discussion derselben.

Eine derartige Discussion ist wiederholt über die Frage geführt, ob Kohlensäure und Wasser in der Pflanze direct zu den neutralen allgemeinen Pflanzenbestandtheilen, wie Cellulose, Gummi, Zucker u. a. m., umgewandelt werden, oder ob der Bildung derselben die Bildung der allgemein verbreiteten organischen Säuren vorhergehe und diese erst eine Reihe von Veränderungen erleiden, in einer allmählichen Ausscheidung und Vertretung ihres Sauerstoffs durch Wasserstoff bestehend, wodurch sie gewissermaassen als die Uebergangsglieder von der Kohlensäure in die Kohlehydrate erscheinen würden. Die letztere von Liebig vertretene Ansicht hat in neuester Zeit durch seine wichtige Entdeckung: die Ueberführung des Zuckers in Weinsäure durch Oxydation, eine neue Stütze erhalten. Denn berücksichtigt man, dass der vorwaltende Cha-

rakter des Chemismus im Pflanzenleibe der der Reduction ist, so wird man aus der Thatsache, dass durch Oxydation der Zucker in Weinsäure: eine allgemein verbreitete Pflanzensäure, übergehen kann, wohl den Schluss ziehen dürfen, dass umgekehrt unter dem Einflusse reducirender Mittel die Weinsäure sich in Zucker verwandeln könne, eine Ansicht, welche auch in den Vorgängen bei dem Reifen der Trauben einigen Ankergrund finden dürfte.

Nimmt man an, dass die Oxalsäure das erste im Pflanzenorganismus aus der Kohlensäure gebildete Product ist, so lässt sich die Bildung der Weinsäure und Aepfelsäure aus der Oxalsäure in nachstehender Weise deuten:

Durch Austritt von 2 Aeq. O aus 2 (organischen) Aequivalenten Kohlensäure entsteht 1 Aeq. (wasserfreie) Oxalsäure:

$$C_4 O_8 - O_2 = C_4 O_6.$$

Durch Austritt von 2 Aeq. Sauerstoff aus 2 Aeq. Weinsäure entsteht die Aepfelsäure:

$$\underset{\text{Weinsäure}}{C_8 H_6 O_{12}} - O_2 = \underset{\text{Aepfelsäure}}{C_8 H_6 O_{10}}$$

$^1/_2$ Aeq. Aepfelsäure aber enthält die Elemente von 1 Aeq. wasserfreier Oxalsäure, in welchem 2 Aeq. O vertreten sind durch 2 H:

$$C_4 O_6 - 2 O + 2 H = C_4 H_2 O_4.$$

1 Aeq. wasserfreier Aepfelsäure $= C_8 H_4 O_8$
$^1/_2$ „ „ „ $= C_4 H_2 O_4$.

Wenn man sich denkt, dass in 1 Aeq. wasserfreier Oxalsäure 4 Aeq. O vertreten sind durch 4 Aeq. H, so haben wir die Formel des Aldehyds: $C_4 H_4 O_2$ (Liebig).

Diese Erörterungen haben keine andere Bedeutung, wie die, die Möglichkeit des Uebergangs von Säuren in indifferente Körper zu zeigen. Doch ist erwähnenswerth, dass Aepfel- und Weinsäure einander in den Pflanzensäften begleiten und wirklich in einander übergeführt werden können, und dass namentlich beim beginnenden Reifen der Trauben der Saft derselben stets Aepfelsäure enthält, endlich dass die Aepfelsäure bei der Behandlung mit Braunstein in der That Aldehyd liefert (Liebig).

Die sauerstoffreichsten Verbindungen tragen den Charakter von Säuren an sich, je sauerstoffärmer dieselben werden, desto mehr entfernt sich im Allgemeinen ihre Natur von der einer entschiedenen Säure. Auf diese Weise liesse sich die Bildung der zahlreichen indifferenten stickstofffreien Pflanzenstoffe, der Glucoside, Bitterstoffe u. s. w., erklären, die im Organismus sich auf die verschiedenste Weise spalten und zur Abscheidung von Kohlehydraten Veranlassung geben könnten u. s. w.

Was die stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe anbelangt, so wird es durch die Leichtigkeit, mit der man aus stickstofffreien organischen Verbin-

dungen mit Hülfe des Ammoniaks stickstoffhaltige erzeugen kann, mehr als wahrscheinlich, dass die Pflanzen die stickstoffhaltigen Substanzen aus stickstofffreien erzeugen unter Aufnahme der Elemente des Ammoniaks und dass daher die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile einer späteren Bildungsperiode angehören. Von diesen zählen einige, wie das Asparagin, Solanin, Amygdalin zur Classe der Amide und Glucoside, andere zu jener der organischen Basen oder Alkaloide. Ihre Menge ist in der Regel ziemlich gering und sie fehlen in vielen Pflanzen gänzlich. Dagegen fehlen die Albuminate, oder wenigstens einzelne Repräsentanten dieser Gruppe keiner Pflanze. Ihre complexe Zusammensetzung gestattet den Schluss, dass ihre Bildung nur allmählich aus minder complexen Stoffen erfolgt, und dass sie als die höchstzusammengesetzten Verbindungen als die letzten Producte der synthetischen Thätigkeit der Pflanze zu betrachten sind. Deshalb lagert auch die höher organisirte Pflanze neben Massen von indifferenten Kohlehydraten, die zur Bildung der Cellulose bestimmt sind, grosse Mengen von Albuminaten in ihren Samen ab, damit die junge Pflanze sich aus diesem aufgespeicherten Vorrathe so lange mit dem nöthigen Material versehen kann, bis sie sich dasselbe selbst zu bilden im Stande ist, was erst dann möglich zu sein scheint, wenn alle ihre Organe vollkommen entwickelt sind (Rochleder).

Chemische Veränderungen der Pflanzen während ihrer verschiedenen Wachsthumsperioden.

Die chemischen Veränderungen, welche die Pflanzen während ihrer verschiedenen Wachsthumsperioden erfahren, sind in neuerer Zeit wiederholt Gegenstand eingehender Versuche gewesen (Nägeli und Zöller, Anderson u. A.).

Sind die Bedingungen der Keimung und ein keimfähiger Samen vorhanden, so beginnt die chemische Thätigkeit in letzterem mit Absorption von Sauerstoff, der zu mancherlei Oxydationen der organischen Samenbestandtheile verwendet wird. Es findet Kohlensäureexhalation statt, die Temperatur erhöht sich merklich und der Samen erleidet Gewichtsabnahme. Die junge Keimpflanze wiegt durchschnittlich weniger als der Samen. Die Aufnahme der Nahrungsstoffe aus Luft und Boden beginnt erst, nachdem sich die Aufnahmsorgane der jungen Pflanze: Wurzeln und Blätter, einigermaassen entwickelt haben und mit ihr die zweite bis zum Ablauf der Blüthe währende Wachsthumsperiode. In dieser Periode wird die Hauptmasse des organischen Pflanzenleibes bei einjährigen Gewächsen gebildet und zwar nicht nur das zur Vergrösserung der Pflanze dienende Zellbildungsmaterial, sondern auch ein grosser Theil des später zur Samenbildung verwendeten, welches inzwischen in Wurzeln und Stengeln aufgespeichert wird.

In der dritten Wachsthumsperiode der Pflanze: bis zur völligen Reife der Samen und dem Absterben der (einjährigen) Pflanze, besteht die Hauptthätigkeit derselben nicht sowohl in der Neubildung organischer Stoffe, die Massenzunahme ist in dieser Periode nur mehr gering, sondern vielmehr in der Anordnung derselben zu Samen. Bei der einjährigen

Pflanze wird nun alles Material zur Samenbildung verwendet und dadurch die Mutterpflanze erschöpft.

In gleicher Weise verläuft der Wachsthumsprocess der zweijährigen Gewächse, nur dauert hier die zweite und dritte Wachsthumsperiode je ein volles Vegetationsjahr. Die während des ersten Jahres gebildeten und in den überdauernden Organen abgelagerten organischen Stoffe werden, sofern sie dazu geeignet sind, erst im zweiten Jahre zur Samenbildung verwendet.

Die perennirenden Gewächse endlich verwenden immer nur einen Theil des Zellbildungsmaterials, welches sie jährlich erzeugen, zur Massenzunahme und zur Samenbildung, ein anderer Theil lagert sich in die dauernden Pflanzenorgane: in Wurzel und Stamm ab, und dient im nächsten Jahre zur ersten Entwickelung der Blätter und zur Bildung neuer Zweige und Wurzeln.

Nach den von Nägeli und Zöller mit der Bohnenpflanze angestellten Versuchen gehen in der ersten Wachsthumsperiode durch den Keimungsact $^2/_3$ des Stickstoffgehaltes des Samens verloren, allein dieser Verlust ersetzt sich während des Wachsthums bis zur Reife durch Aufnahme von Stickstoff mehr als vollständig, während im Verhältnisse der Stickstoffvermehrung auch eine Vermehrung des Phosphorsäuregehaltes stattfindet. Die Aufnahme von Kali beginnt bereits in der ersten Periode, steigt in der zweiten bis zum Maximum (bis zum Fünffachen des im Samen enthaltenen Kalis) und erfährt in der dritten Periode keine Vermehrung mehr. Während demnach die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile sich während der ganzen Wachsthumszeit bilden und in einer unverkennbaren Beziehung zur Phosphorsäure stehen, wird das Kali nur bis zum Schlusse der zweiten Periode aufgenommen und in dieselbe Periode fällt auch vorzugsweise die Bildung der stickstofffreien Pflanzenbestandtheile.

Die chemische Zusammensetzung der Blätter erleidet in den verschiedenen Wachsthumsperioden der Pflanze sehr wesentliche für ihre Function bedeutungsvolle Veränderungen. Während nämlich die jungen Blätter ausnehmend reich an Kali und Phosphorsäure sind, welche beiden Stoffe ihnen fortdauernd aus dem Boden zugeführt werden, nehmen sie doch im Verlaufe der Wachsthumsperioden mehr und mehr darin ab, so dass zuletzt nur ganz geringe Mengen vorhanden sind. Offenbar, weil Kali und Phosphorsäure mit den unter ihrer Mitwirkung in den Blättern gebildeten Albuminaten, löslichen Kohlehydraten u. s. w. aus den Blättern in andere Pflanzenorgane übergehen. Auch bei den Holzpflanzen ist es nachgewiesen, dass Kali und Phosphorsäure aus den Blättern mit den gebildeten organischen Stoffen in die überdauernden Theile der Bäume zurückwandern, um im folgenden Frühjahre wieder zu Neubildungen verwendet zu werden, so dass also auf diese Weise eine möglichst lange Benutzung des im Baume angesammelten Bodencapitals ermöglicht ist (Hochwaldbetrieb).

II. Metamorphosen des Stoffs im Thiere.

Verhältniss der Thiere zur Atmosphäre

Verfolgen wir die Wandlungen des Stoffs in den Thieren, und zwar zunächst jenen der höheren Thierclassen, welche einem genaueren Studium ihrer Lebensvorgänge leichter zugänglich sind, so tritt uns auch hier ein inniges Wechselverhältniss, einerseits zur Atmosphäre und anderseits zum Boden entgegen; allein dieses Verhältniss ist ein von dem der Pflanzen wesentlich verschiedenes, mit Bezug auf die Atmosphäre sogar ein geradezu entgegengesetztes. Während nämlich die Pflanzen der Luft durch ihren Ernährungsprocess fortwährend Kohlensäure entziehen und ihr dafür Sauerstoff wiedergeben, halten die Thiere bei ihrer Respiration einen Theil des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft zurück, der aber keineswegs als solcher in ihrem Körper bleibt, sondern als Kohlensäure und Wasser wieder ausgeathmet wird. Der Kohlenstoff dieser Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers stammt von den umgesetzten Geweben, von dem allmählichen Zerfall der organischen Bestandtheile des Thierkörpers, von ihrer Auflösung in immer einfachere und einfachere Formen, unter dem Einflusse des Sauerstoffs und anderer im Organismus selbst liegender Momente. Für die Pflanzen ist die atmosphärische Luft Nahrungsmittel, für die Thiere ist sie Vermittlerin des Stoffumsatzes und der thierischen Wärme. Die Entwickelung und das Wachsthum der Pflanzen, ihre Zunahme an organischer Masse ist geknüpft an Austritt von Sauerstoff, der sich von den Bestandtheilen ihrer Nahrung trennt. Im Thiere sind die stofflichen Veränderungen, die das Leben kennzeichnen, an die Aufnahme von Sauerstoff gebunden, der in jedem Momente des Lebens aufgenommen wird und sich mit gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers verbindend, endgültig als Kohlensäure und Wasser durch Haut und Lungen und in anderen einfachen Verbindungsformen durch Nieren und Darm austritt, und somit keine Massenzunahme, sondern vielmehr Stoffverbrauch, eine beständige Abnahme an Masse bewirkt. Berücksichtigen wir nun, dass von einem erwachsenen Manne in einem Jahre über 300 Kilogr. Sauerstoff aufgenommen werden, die alle an Bestandtheile des Thierkörpers gebunden wieder austreten, so ist es klar, dass die Thiere in einem gewissen Zeitraume sich alle einfach in Luft auflösen müssten, wenn ihnen für den beständigen Verlust an Stoff, den sie erleiden, nicht Ersatz durch Zufuhr von aussen geboten würde. Dieser Ersatz wird durch die Nahrung geliefert und in Folge dieses unter normalen Bedingungen den Verlust wirklich deckenden Ersatzes finden wir das Gewicht des Körpers nach Ablauf eines Jahres entweder unverändert, oder nur innerhalb weniger Pfunde variirend.

und zum Boden.

Die Frage nach den Quellen der thierischen Nahrung führt uns unmittelbar auf das Verhältniss der Thiere zum Boden. Auch dieses ist ein von jenem der Pflanzen zum Boden wesentlich verschiedenes. Während letztere aus diesem ihre anorganischen Nahrungsstoffe und die

in selbem verdichteten Atmosphärilien direct aufnehmen, ist für das Thier der Boden nur mittelbare Quelle der Nahrung. Es sind seine organischen Erzeugnisse, die dem Thiere zur Nahrung dienen. Während kein Theil eines organischen Wesens den Pflanzen zur Nahrung dienen kann, wenn er nicht vorher anorganische Form angenommen hat, bedarf der thierische Organismus zu seiner Erhaltung und Entwickelung höher organisirter Moleküle. Die Nahrungsmittel aller Thiere sind unter allen Umständen Theile von Organismen und diese Nahrungsmittel enthalten zum grössten Theile diejenigen organischen Stoffe, die das Thier als Bestandtheile seiner Organe enthält, bereits fertig gebildet, sie sind dem, was sie ersetzen sollen, gleichartig und gleichwerthig. Der Thierkörper setzt sich nicht, wie es die Pflanze thut, seine Bestandtheile aus seinen Nahrungsmitteln durch Synthese zusammen, sondern er empfängt die Bestandtheile seines Fleisches und Blutes in seinen Nahrungsmitteln bereits fertig gebildet. In dem Fleische des pflanzenfressenden Thieres verzehrt das fleischfressende und erhält es sein eigenes Fleisch und Blut wieder ersetzt, in den Pflanzen verzehrt das pflanzenfressende die bereits fertig gebildeten Bestandtheile seines Fleisches und Blutes. Das Endproduct der bildenden Thätigkeit der Pflanze: die Albuminate und andere Bestandtheile des Pflanzenleibes, dienen unmittelbar und ohne weitere eingreifende chemische Metamorphose zum Ersatze des Stoffverlustes des Thieres. Durch diese Beziehung erscheinen die Pflanzen als die stoffbereitenden Organe im allgemeinen Kreislauf des Lebens, das Leben der Pflanze ist eine die Ernährung der Thiere vorbereitende Thätigkeit.

Die Nahrungsmittel der Thiere sind die organischen Erzeugnisse des Bodens, Theile von Organismen

und das Thier empfängt in selben die Bestandtheile seines Fleisches und Blutes bereits fertig gebildet.

Die Hauptfactoren des thierischen Lebens und diejenigen, die einer chemischen Betrachtung allein zugänglich sind, sind die Processe der Respiration, der Ernährung und der Rückbildung oder regressiven Stoffmetamorphose. Indem wir uns ein näheres Eingehen auf die beiden ersten Processe auf den letzten Abschnitt versparen, werden wir hier nur in ganz allgemeinen Umrissen die Wandlungen des Stoffs skizziren, die durch sie und zwar zunächst durch den Process der Ernährung und Rückbildung veranlasst werden. Die Respiration kommt bei dieser allgemeinen Darstellung des thierischen Stoffwechsels nur insofern in Betracht, als sie selben vermittelt.

Ernährung der Thiere.

Fasst man die Ernährung des Thieses vom rein chemischen Standpunkte auf, so gestaltet sich dieselbe sehr einfach. Das Thier empfängt in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Blutes und Fleisches bereits fertig gebildet, es verzehrt in derselben gewissermaassen sich selbst.

Organische Bestandtheile des Blutes, Fleisches und der Gewebe der Thiere.

Die organischen Verbindungen, die als Hauptbestandtheile des Blutes, des Fleisches und der übrigen Gewebe erscheinen, gehören den nachstehenden Gruppen an:

1) Albuminate und ihre Derivate,
2) Fette,
3) Kohlehydrate.

Von diesen Stoffen erscheinen die Albuminate sammt ihren Derivaten und die Fette als eigentliche Gewebsbildner, während die Kohlehydrate, wie weiter unten erörtert wird, zur Bildung der Fette in einer nahen Beziehung stehen und in diesem Sinne als Fettbildner angesehen werden können.

Anorganische Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten und Gewebe.

Der Thierkörper enthält aber auch noch anorganische Stoffe, die zu seiner Entwickelung ebenso wesentlich sind, wie die organischen; die wichtigsten davon sind: Phosphorsaure Alkalien und phosphorsaure Erden (Kalk und Bittererde), kohlensaure Erden (in den Knochen), Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaure Alkalien, Eisen und Kieselerde.

Das Blut ist bekanntlich die Haupternährungsflüssigkeit des Thierkörpers; was Gewebe werden soll, muss vorher Blut gewesen sein; was daher das Thier in seiner Nahrung aufnimmt, muss in Blut verwandelt werden, oder es muss wenigstens in das Blut übergehen, wenn es seine Wirkungen für die Ernährung entfalten soll. Das Blut enthält etwa 79 bis 80 Proc. Wasser und 20 bis 21 Proc. feste Bestandtheile, worunter $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ organische sind. Unter den organischen treten Albumin, Faserstoff und das eisenhaltige Hämoglobin in den Vordergrund, während Fette und Kohlehydrate den geringeren Theil derselben ausmachen; von letzteren ist überhaupt nur der Traubenzucker und zwar in sehr geringer Menge repräsentirt.

Das Blut enthält alle zur Bildung der Gewebe nöthigen Elemente.

Vergleichen wir nun mit der Zusammensetzung des Blutes jene des Fleisches und der übrigen Gewebe, so ergiebt sich, dass das Blut nicht allein alle Elemente zur Bildung derselben enthält, sondern dass diese Elemente im Blute in einer Weise zu Verbindungen gruppirt sind, die ihren Uebergang in Gewebsbestandtheile entweder ohne oder durch eine untergeordnete chemische Umsetzung möglich macht. So ist namentlich der Hauptbestandtheil des Fleisches, die Muskelfaser, in Zusammensetzung und Eigenschaften dem Blutfibrin sehr nahestehend, das Albumin des Fleischsaftes lässt sich von dem des Blutes kaum unterscheiden, u. s. w. Die Albuminate endlich überhaupt, die im Thierkörper vorkommen: Albumin, Fibrin, Casein, Globulin, sind chemisch einander so nahe verwandt, dass ihr Uebergang in einander ohne bedeutende chemische Veränderungen erfolgen kann.

Das Blut enthält demnach die Elemente zur Bildung aller Gewebe und thierischen Flüssigkeiten in geeigneter Form.

Ernährung der Fleischfresser.

Die Bestandtheile des Blutes und Fleisches der fleischfressenden Thiere sind vollkommen identisch mit den Bestandtheilen des Blutes und Fleisches derjenigen Thiere, die ihnen zur Nahrung dienen und es ist daher die Ernährung der Fleischfresser vom chemischen Standpunkte aus ein sehr einfacher Vorgang: sie leben vom Blut und Fleisch der Pflan-

zenfresser, allein das Blut und Fleisch der letzteren ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eignen Fleische und Blute. Auch das gesäugte Thier verzehrt in der Milch nur das Blut seiner Mutter, denn in der Milch sind alle jene Stoffe repräsentirt, die das Blut constituiren: Albuminate (Casein), Fette (Butter), Kohlehydrate (Zucker), anorganische Salze (dieselben wie jene des Blutes) und Wasser. Der Uebergang des Caseins in Albumin und Fibrin setzt keine tiefgreifende chemische Metamorphose voraus.

Ernährung der Pflanzenfresser.

Die Ernährung der Pflanzenfresser, bis vor wenigen Jahrzehnten ein ungelöstes Räthsel und mit jener der Fleischfresser in scheinbarem Gegensatze, ist nun als nicht weniger einfach erkannt, seitdem man weiss, dass alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, ausser Fetten, Kohlehydraten und anorganischen Salzen, die denen der Thiere gleich oder ähnlich sind, auch Albuminate enthalten, die weder in ihrer Zusammensetzung noch in ihren Eigenschaften sich von denen des Thierkörpers wesentlich unterscheiden: Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin (Kleber), Pflanzencasein (Legumin). Die Pflanzenstoffe, welche den pflanzenfressenden Thieren zur Blutbildung dienen, enthalten demnach ebenfalls die Hauptbestandtheile des Blutes bereits fertig gebildet. Die Nahrhaftigkeit der vegetabilischen Nahrung steht in geradem Verhältnisse zu dem Gehalte derselben an diesen Stoffen, in welchen die Pflanzenfresser die nämlichen verzehren, auf welche das fleischfressende Thier zu seiner Erhaltung angewiesen ist.

Die Fleischnahrung enthält die nahrhaften Bestandtheile der Pflanzen aufgespeichert und in concentrirtester Form.

Nach diesen Prämissen lässt sich das Verhältniss der Pflanzen zu den Thieren klar übersehen. Die Fleischnahrung enthält den nahrhaften Bestandtheil der Pflanzen aufgespeichert und im concentrirtesten Zustande.

Aus Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salpetersäure, unter Mitwirkung von Schwefel der schwefelsauren Salze und gewissen anderen anorganischen Bestandtheilen der Erdrinde, erzeugen die Pflanzen das Blut der Thiere, und in dem Blute und Fleische der pflanzenfressenden verzehren die fleischfressenden Thiere im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben. Thiere und Menschen werden daher durch Vermittelung der Pflanzen aus Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salpetersäure nebst einigen anorganischen Stoffen der Erdrinde erzeugt, aus Luft und Erde ersteht das thierische Leben.

Auch die anorganischen Bestandtheile seines Leibes erhält das Thier grösstentheils in derselben Form.

Was für den Ersatz der organischen Bestandtheile des Thierkörpers durch die Nahrung gilt, gilt auch für die anorganischen; auch diese erhält das Thier, gleichviel ob pflanzenfressendes oder fleischfressendes, bereits fertig gebildet und in der zur Assimilation unmittelbar geeigneten Form. Die Bestandtheile der Asche des Blutes der körnerfressenden Thiere sind identisch mit der Asche der Körnerfrüchte, die Asche der Omnivoren enthält die Bestandtheile der Asche des Brodes, des Fleisches und der Gemüse, die Asche des Fleisches aller Thiere enthält die gleichen Bestandtheile.

Die anorganischen Bestandtheile der Nahrung sind nicht minder wichtig wie die organischen und nur diejenigen Stoffe haben auf die Bezeichnung Nahrungsmittel Anspruch, die die anorganischen Salze des Blutes, des Fleisches und der Gewebe in der geeigneten Form enthalten. Rein dargestelltes aschefreies Albumin, reiner Käsestoff, die ausgelaugte Muskelfaser u. s. w. sind so wenig Nahrungsmittel, dass Thiere selbst durch den quälendsten Hunger nicht vermocht werden können, diese Stoffe zu geniessen.

Begriff eines vollkommenen Nahrungsmittels für Thiere.

Es bedarf nach dem Gesagten auch wohl kaum einer näheren Auseinandersetzung, dass unter einem vollkommenen Nahrungsmittel nur solche Substanzen verstanden werden können, die die Hauptbestandtheile des Thierkörpers: Albuminate, Fette Kohlehydrate und die anorganischen Salze in dem geeigneten Verhältnisse und in verdaulicher Form enthalten.

Fettbildung im Thierkörper.

Wir haben im Obigen ausgeführt, dass der Thierkörper in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Blutes und seiner Gewebe bereits fertig gebildet erhält. Dieser Satz bedarf aber einer Einschränkung in Bezug auf die Fettbildung im Thierkörper. Obgleich man früher auch diese ausschliesslich von dem als solchem aufgenommenen Fett in der Nahrung herleiten zu dürfen glaubte, so ist es gegenwärtig als vollkommen entschieden anzusehen, dass dem nicht so ist, vielmehr Fett auch im Organismus selbst erst aus anderen complexen Verbindungen erzeugt werden kann. Wir werden weiter unten auf die Frage der Fettbildung im Thierkörper näher eingehen und bemerken hier nur so viel, dass das Fett des Thierkörpers gegenwärtig auf drei Quellen zurückgeführt wird:

1) auf das Fett der Nahrung;
2) auf eine Bildung von Fett aus den Kohlehydraten der Nahrung und
3) auf Fettbildung durch Umsetzung von Albuminaten und ihnen verwandten stickstoffhaltigen Körpern.

Regressive Stoffmetamorphose.

Rückbildung im Thier.

Die Gewebe der Thiere befinden sich in einer beständigen Umsetzung.

Das Blut und die Gewebe der Thiere befinden sich in einer beständigen Verjüngung. Fortwährend werden die Bestandtheile derselben umgesetzt und durch die Ausscheidungsorgane des Thierkörpers der Aussenwelt zugeführt, fortwährend wird für das Ausgeschiedene wieder Neues assimilirt und in Blut und Gewebe umgewandelt, wenn eine entsprechende Zufuhr von Aussen durch die Nahrung stattfindet. Fehlt es an dieser, so verliert der Körper an Gewicht, es tritt Abmagerung ein und es würde das Thier seinen Körper allmählich vollständig verausgaben, wenn nicht schon früher in Folge des Untüchtigwerdens der Organe für ihre Functionen der Hungertod einträte. Ersetzen wir aber das Verlorene durch

Nahrungsmittel, so erhält sich der Körper des Thieres bei seinem ursprünglichen Gewicht. Im Thierkörper findet also ein beständiger und zwar so energischer Stoffwechsel statt, dass nach angestellten Berechnungen, die allerdings nur ungefähre sind, dreissig Tage hinreichend wären, um die Mischung des erwachsenen und vollständig normalen Thierkörpers gänzlich zu erneuern.

Vergleich der Einnahmen des Thierkörpers mit seinen Ausgaben in Bezug auf ihre Zusammensetzung.

Vergleichen wir nun die Einnahmen des Thierkörpers mit seinen Ausgaben ihrer Qualität nach, oder mit anderen Worten, vergleichen wir die Zusammensetzung der Bestandtheile der Nahrung der Thiere mit der Zusammensetzung derjenigen Stoffe, die in den thierischen Ausscheidungen den Körper verlassen, so finden wir, dass die organischen Verbindungen, welche die Hauptbestandtheile der thierischen Nahrung ausmachen, nämlich die Albuminate, die höchstzusammengesetzten, die complexesten sind, die wir überhaupt kennen, und dass auch die Kohlehydrate und die Fette als Endproducte der schaffenden Thätigkeit der Pflanze aufzufassen sind, dass endlich mit den Albuminaten insbesondere die höchste Sprosse der Leiter der progressiven durch das Pflanzenleben repräsentirten Stoffmetamorphose erklommen ist, — während die Form, in welcher die umgesetzten Gebilde des Thierkörpers selben verlassen, entweder gar keine organische mehr ist, oder sich doch wenigstens auf der Grenzlinie zwischen organischen und anorganischen Verbindungen bewegt. Die der Menge nach vorwiegenden Bestandtheile der thierischen Ausscheidungen sind Kohlensäure, Wasser und das Amid der Kohlensäure: Harnstoff, der bei dem geringsten Anstosse in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt.

Die Endglieder der regressiven Stoffmetamorphose des Thieres sind die Anfangsglieder der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanze.

Durch das Leben der Thiere kehrt sonach die allgemeine Stoffmetamorphose zu ihren ersten Anfängen zurück, die Endglieder der regressiven Stoffmetamorphose des Thieres sind die Anfangsglieder der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanze, die Ausscheidungen der Thiere sind die Nahrung der Pflanze.

Die in den Ausscheidungen der Thiere enthaltenen feuerbeständigen anorganischen Salze sind ebenfalls unmittelbar für die Ernährung der Pflanzen verwerthbar, sie sind mit den anorganischen Bestandtheilen der Pflanzen identisch, wie wir bereits mehrfach ausgeführt haben.

Die höher organisirten Bestandtheile des Thierkörpers werden nicht unmittelbar zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrannt.

Fassen wir nun aber das Verhalten der organischen Verbindungen, welche die Hauptbestandtheile des Thierkörpers ausmachen, in Bezug auf ihre ausserhalb des Organismus eingeleiteten Zersetzungen ins Auge, so erscheint es von vornherein höchst unwahrscheinlich, dass diese Stoffe im Organismus direct zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak oder zu Harnstoff verbrennen sollten, denn dies gelingt uns selbst ausserhalb des Organismus in unseren Laboratorien nur durch ihre Verbrennung im engeren Sinne. Abgesehen nun davon, dass für eine derartige Verbrennung die Bedingungen im Thierorganismus nicht vorhanden sind, sprechen zahlreiche Gründe dafür, dass der Uebergang der constituirenden Bestandtheile des Thierorganismus in Kohlensäure, Wasser und Am-

moniak oder Harnstoff, obgleich durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft eingeleitet und im Wesentlichen in Oxydationsvorgängen bestehend, ein nur allmählicher ist, und zwischen ersteren und den Endproducten zahlreiche Mittelglieder liegen. Wenn wir bedenken, dass selbst die eigentliche Verbrennung organischer Substanzen ein Vorgang ist, bei dem derartige Mittelglieder fast nie fehlen, so werden wir bei einer Oxydation, wie diejenige im Thierkörper ist, die Bildung von Zwischenstufen wohl von vornherein voraussetzen dürfen, ganz abgesehen davon, dass im Thierorganismus die chemische Thätigkeit sich nicht bloss durch Oxydationswirkungen äussert, sondern unzweifelhaft in bestimmten Fällen in Spaltungsvorgängen ihren Ausdruck findet.

Vorkommen von Zwischenproducten der regressiven Stoffmetamorphose im Thierkörper.

Für einen derartigen allmählichen Uebergang sprechen aber nicht allein allgemeine Erwägungen, sondern auch bestimmte Thatsachen, das Vorkommen nämlich zahlreicher organischer Verbindungen, die man sich als derartige Mittelglieder denken kann und die sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung in Reihen bringen lassen, deren einzelne Glieder immer einfacher und einfacher zusammengesetzt erscheinen, immer ärmer an Kohlenstoff und beziehungsweise immer reicher an Sauerstoff und an Stickstoff werden, immer mehr den organischen Charakter verlieren und endlich wirklich in die oben genannten anorganischen Verbindungen übergehen. So ist das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Stickstoff in den unten aufgeführten im Thierkörper vorkommenden organischen Stoffen Folgendes:

Verhältniss des Stickstoffs zum Kohlenstoff in einigen stickstoffhaltigen Thierstoffen.

Albumin	enthält	1	Aeq.	N	auf	8	Aeq.	C
Fibrin	„	1	„	N	„	8	„	C
Casein	„	1	„	N	„	8	„	C
Chondrin	„	1	„	N	„	8	„	C
Keratin	„	1	„	N	„	7	„	C
Glutin und leimgebende Gewebe	„	1	„	N	„	$6^1/_3$	„	C
Inosinsäure	„	1	„	N	„	5	„	C
Glycin	„	1	„	N	„	4	„	C
Kreatin und Kreatinin	„	1	„	N	„	$2^2/_3$	„	C
Harnsäure	„	1	„	N	„	$2^1/_2$	„	C
Allantoin	„	1	„	N	„	2	„	C
Harnstoff	„	1	„	N	„	1	„	C

Der Harnstoff aber schliesst die Reihe der im Thierkörper gebildeten stickstoffhaltigen Verbindungen. Als Amid der Kohlensäure zerfällt er bei dem geringsten Anstosse in Kohlensäure und Ammoniak, indem er dabei die Elemente des Wassers aufnimmt:

$$C_2H_4N_2O_2 = 1 \text{ Aeq. Harnstoff}$$
$$+ \quad H_4 \quad O_4 = 4 \text{ „ Wasser}$$
$$= C_2H_8N_2O_6 = 2 \text{ Aeq. kohlensaures Ammoniak.}$$

$$C_2 \quad O_4 = 2 \text{ Aeq. Kohlensäure}$$
$$H_8N_2O_2 = 2 \text{ „ Ammoniumoxyd}$$
$$C_2H_8N_2O_6$$

Verhältniss des Sauerstoffs zum Kohlenstoff in einigen stickstofffreien im Thierkörper aufgefundenen Verbindungen.

So gestaltet sich das Verhältniss des Sauerstoffs zum Kohlenstoff in nachstehenden stickstofffreien Bestandtheilen des Thierkörpers wie folgt:

Stearinsäure	enthält	auf	1	Aeq.	O	9	Aeq.	C
Oelsäure	„	„	1	„	O	9	„	C
Palmitinsäure	„	„	1	„	O	8	„	C
Capronsäure	„	„	1	„	O	3	„	C
Valeriansäure	„	„	1	„	O	2½	„	C
Buttersäure	„	„	1	„	O	2	„	C
Propionsäure	„		1	„	O	1½	„	C
Essigsäure	„	„	1	„	O	1	„	C
Glycerin	„	„	1	„	O	1	„	C
Zucker	„	„	1	„	O	1	„	C
Milchsäure	„	„	1	„	O	1	„	C
Bernsteinsäure	„	„	1	„	O	1	„	C
Ameisensäure	„	„	1	„	O	½	„	C
Oxalsäure	„	„	1	„	O	½	„	C

Stellen wir die empirischen Formeln nachstehender im Thierkörper vorkommender stickstoffhaltiger und stickstofffreier Verbindungen in der Art zusammen, dass wir mit den complexesten beginnen und an sie stufenweise die einfacheren anreihen, so bekommen wir eine Reihe, die den Zerfall der zusammengesetzteren in immer einfachere Stoffe anschaulich macht, oder doch wenigstens so viel lehrt, dass im Thierorganismus neben sehr zusammengesetzten Verbindungen sehr einfache vorkommen, die einen Uebergang zu anorganischen bilden:

Formeln einiger im Thierkörper vorkommender Verbindungen in absteigende Reihen gebracht.

Albumin	$C_{216} H_{169} N_{27} S_3 O_{68}$
Casein	$C_{288} H_{228} N_{36} S_2 O_{90}$
Protagon	$C_{232} H_{241} N_4 P O_{44}$
Elastisches Gewebe .	$C_{112} H_{88} N_{14} O_{32}$
Taurocholsäure . . .	$C_{52} H_{45} N S_2 O_{14}$
Glykocholsäure . . .	$C_{52} H_{43} N O_{12}$
Tyrosin	$C_{18} H_{11} N O_6$
Hippursäure	$C_{18} H_9 N O_6$
Leucin	$C_{12} H_{13} N O_4$
Guanin	$C_{10} H_5 N_5 O_2$
Sarkin	$C_{10} H_4 N_4 O_2$
Xanthin	$C_{10} H_4 N_4 O_4$
Harnsäure	$C_{10} H_4 N_4 O_6$
Kreatin	$C_8 H_9 N_3 O_4$
Kreatinin	$C_8 H_7 N_3 O_2$
Allantoin	$C_8 H_6 N_4 O_6$
Sarkosin	$C_6 H_7 N O_4$
Glycin	$C_4 H_5 N O_4$
Harnstoff	$C_2 H_4 N_2 O_2$

Von stickstofffreien Körpern:

Stearin	$C_{114} H_{110} O_{12}$
Olein	$C_{114} H_{104} O_{12}$
Palmitin	$C_{102} H_{98} O_{12}$
Stearinsäure	$C_{36} H_{36} O_4$
Oleinsäure	$C_{36} H_{33} O_4$
Palmitinsäure	$C_{32} H_{32} O_4$

Capronsäure . . .	$C_{12}\ H_{12}\ O_4$
Buttersäure	$C_8\ H_8\ O_4$
Essigsäure	$C_4\ H_4\ O_4$
Ameisensäure . . .	$C_2\ H_2\ O_4$
Zucker	$C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$
Bernsteinsäure . .	$C_8\ H_6\ O_8$
Milchsäure	$C_6\ H_6\ O_6$
Oxalsäure	$C_4\ H_2\ O_8$.

So wie der Harnstoff sehr leicht in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt, so die Oxalsäure in Kohlensäure und Ameisensäure, letztere aber zerfällt durch Oxydationsmittel in Kohlensäure und Wasser:

$$\underset{\text{Oxalsäure}}{C_4 H_2 O_8} = \underset{\text{Kohlensäure}}{C_2 O_4} + \underset{\text{Ameisensäure}}{C_2 H_2 O_4}$$

$$\underset{\text{Ameisensäure}}{C_2 H_2 O_4} + 2\,O = \underset{\text{Kohlensäure.}}{C_2 O_4} + 2\,HO$$

Soll dies Alles aber kein blosses Spielen mit Formeln sein, so müssen noch weitere Stützpunkte dafür vorliegen, gewisse im Thierorganismus vorkommende Stoffe als Producte der Rückbildung mit Grund zu betrachten.

Gegenwärtiger Zustand unserer Kenntnisse über die Zwischenstufen der regressiven Stoffmetamorphose.

In der That fehlt es uns an mehreren derartigen Anhaltspunkten keineswegs; obgleich, wie wir mit Nachdruck hervorheben wollen, man noch weit davon entfernt ist, alle Zwischenstufen der regressiven Stoffmetamorphose zu kennen und unsere Kenntnisse derselben vielmehr äusserst dürftige sind. Der Leser würde uns auch vollkommen missverstehen, wenn er aus den oben gegebenen Formelzusammenstellungen den Schluss ziehen wollte, die Reihen entsprächen nachgewiesenen Uebergängen der einzelnen Stoffe im Organismus. Dies ist so wenig der Fall, dass wir von den stickstofffreien Körpern, die wir als Producte der Rückbildung anzusehen Grund haben, keineswegs mit einiger Sicherheit zu sagen vermögen, ob sie sich vom Zerfall der Albuminate, oder von jenem der Fette z. B. ableiten, da die bekannten genetischen Beziehungen dieser Stoffe beides als gleich gut möglich erscheinen lassen. Obige Reihen haben sonach keine andere Bedeutung wie die, das Herabsteigen der organischen Bestandtheile des Thierkörpers von den zusammengesetztesten zu den einfachsten Formen zu veranschaulichen. — Aber anderseits hat die neuere organische Chemie Verhältnisse ermittelt, welche auf die Stellung einzelner Bestandtheile des Thierkörpers in dem Stoffwechsel und ihre Beziehungen zu anderen sehr wichtige Aufschlüsse geben. Die organische Chemie lehrt, dass die Albuminate und ihre Derivate durch Säuren, durch Alkalien und durch Fäulniss vollkommen übereinstimmend in der Weise zersetzt werden, dass als Hauptproducte der Zersetzung Leucin und Tyrosin, beziehungsweise auch wohl Glycin auftreten. Wenn nun physiologisch-chemische Untersuchungen ergeben haben, dass Leucin und Tyrosin auch im Thierkörper und zwar in grösster Menge gerade an den Heerden eines lebhaften localen Stoffumsatzes: in den Drüsen, vorkommen, so wird es

nahe genug liegen und sicherlich nicht ungerechtfertigt erscheinen, dieses Vorkommen der genannten beiden Stoffe auf einen ähnlichen Zerfall der Albuminate im Organismus zurückzuführen.

Durch Oxydationsmittel wird die Harnsäure in Harnstoff, Allantoin, Oxalsäure und Kohlensäure verwandelt, das Allantoin aber geht seinerseits durch oxydirende Agentien ebenfalls in Harnstoff über. Dass nun die Beziehungen der Harnsäure und des Allantoins zum Harnstoff im Organismus ähnliche sind, ergiebt sich aus mehr wie einer Thatsache. Wir haben gute Gründe für die Annahme, dass im normalen Organismus der höheren Thierclassen die Harnsäure in Harnstoff und Oxalsäure oder Kohlensäure übergeführt wird. So bewirkt Harnsäure, innerlich genommen, nicht eine Vermehrung der Harnsäure im Harn, wohl aber eine Vermehrung des Harnstoffs und oxalsauren Kalks; der Gehalt des Harns fleischfressender Thiere an Harnsäure ist bei ungestörter Gesundheit der Thiere sehr gering und bei Pflanzenfressern fehlt sie darin oft gänzlich, während sie in einzelnen Organen derselben nachgewiesen wurde; sie muss daher, bevor sie noch in den Harn gelangt, weiter umgesetzt werden, — so wie aber in Folge von Störungen in der Function einzelner Organe eine Beeinträchtigung des Stoffwechsels und eine verminderte Zufuhr des Sauerstoffs durch Störung des Gasaustausches in den Lungen, oder der Blutcirculation stattfindet, sehen wir sogleich eine beträchtliche Ausscheidung von Harnsäure erfolgen, es wird sonach in solchen Fällen die Harnsäure nicht weiter zu Harnstoff oxydirt. Auf diese Weise erklärt sich das Auftreten von Allantoin im Harn, welches bei Respirationsstörungen beobachtet wurde und welches nach innerlichem Gebrauche bei normalem Zustande des Organismus im Harn als solches nicht wieder aufgefunden wird. Vergleicht man die Formeln des Guanins, Sarkins, Xanthins und der Harnsäure:

Guanin	$C_{10} H_5 N_5 O_2$
Sarkin	$C_{10} H_4 N_4 O_2$
Xanthin	$C_{10} H_4 N_4 O_4$
Harnsäure . . .	$C_{10} H_4 N_4 O_6$

so fällt nicht nur im Allgemeinen die grosse Analogie der Zusammensetzung auf, sondern man sieht sogleich, dass Sarkin und Xanthin einfach durch Sauerstoffaufnahme, ersteres durch Eintritt von 4, und letzteres von 2 Aeq. Sauerstoff in Harnsäure übergehen könnten und dass das Guanin in Sarkin durch Austritt von je 1 Aeq. H und N verwandelt werden könnte. In der That lässt sich das Guanin und das Sarkin durch Behandlung mit Salpetersäure in Xanthin verwandeln, und wenn es noch nicht gelungen ist, das Xanthin in Harnsäure umzuwandeln, so ist dies vielleicht nur deshalb noch nicht geschehen, weil die Schwierigkeit, sich grössere Mengen dieses Stoffes zu beschaffen, eine eingehendere Untersuchung desselben bisher verhindert hat. Dagegen hat aber Strecker in neuester Zeit Guanin durch Oxydationsmittel in Xanthin, Paraban-

säure, Oxalursäure und Harnstoff übergeführt; letztere drei bekanntlich Oxydationsproducte der Harnsäure. Jedenfalls wirft auf die Stellung des Xanthins in der regressiven Stoffmetamorphose schon sein Vorkommen in wenngleich sehr seltenen Harnsteinen ein unzweideutiges Licht und man wird von keiner Seite einen ernstlichen Widerspruch zu befürchten haben, wenn man dem Guanin, Sarkin und Xanthin in der Rückbildung ihren Platz unmittelbar vor der Harnsäure anweist.

Wenn wir endlich beobachten, dass Kreatin und dass Inosinsäure sich vorzugsweise in dem die Muskeln umspülenden Safte in reichlicherer Menge vorfinden, während sie unter den in gewissen drüsigen Organen stattfindenden Umsetzungen fehlen, so werden wir daraus den Schluss ziehen dürfen, dass sie Producte des Stoffwechsels eines bestimmten Gewebes: des Muskelgewebes seien, und wir werden aber auch darüber nicht lange in Zweifel sein können, wie diese Producte den Endproducten des Stoffwechsels überhaupt zugeführt werden, wenn wir uns daran erinnern, dass das Kreatin mit Leichtigkeit in Sarkosin und Harnstoff übergeführt werden kann.

Kann demnach über die gegenseitigen biostatischen Beziehungen mehrerer stickstoffhaltiger im Thierorganismus vorkommender und als Zwischenglieder des Zerfalls derselben erkannter Verbindungen eine Meinungsverschiedenheit kaum bestehen, so ist eine solche allerdings sehr wohl möglich in Bezug auf den Ursprung der stickstofffreien Umsatzproducte. So wissen wir, dass durch Oxydation der Fette die ganze Reihe der homologen Säuren der Reihe $Cn\,Hn\,O_4$ erhalten werden kann, wir wissen aber anderseits auch, dass mehrere davon, und insbesondere die im Thierkörper vorkommenden unter den Oxydationsproducten der Albuminate auftreten, dass ferner Leucin in Buttersäure oder Baldriansäure und Ammoniak zerfallen kann; so können wir uns die Oxalsäure als aus Kohlehydraten entstanden denken, aber ebenso gut kann sie sich aus der Oxydation der Harnsäure und anderer Stoffe herleiten, denn wir haben ja soeben gesehen, dass die Bildung der Oxalsäure bei der Oxydation der Harnsäure eine constante und typische ist und wir wissen endlich, dass diese Säure ein ganz allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper überhaupt darstellt.

Wir werden daher die stickstofffreien Umsatzproducte des Thierkörpers, die fetten Säuren, die Bernsteinsäure, Oxalsäure u. s. w., auf einen doppelten Ursprung zurückführen können, auf einen solchen aus Albuminaten, und einen solchen aus Kohlehydraten und Fetten.

Gesammtbild des Stoffwechsels im Thierkörper.

Ergiebt sich aus dem soeben Mitgetheilten, dass unsere Kenntnisse von den einzelnen Phasen des Stoffwechsels sich noch sehr in der Kindheit befinden, so geht doch auch anderseits daraus hervor, dass wir nicht nur allein seine Anfänge und seine Endproducte kennen, sondern auch gewisse Zwischenproducte desselben, so dass das Feld, dessen weitere Urbarmachung der Wissenschaft obliegt, bereis abgesteckt erscheint. Wir wissen, dass alle von den Albuminaten derivirenden Producte des

Stoffwechsels, was auch ihre noch ungekannten Zwischenglieder sein mögen, sich endgültig verwandeln in Kohlensäure, Wasser, Harnstoff (Amid der Kohlensäure), Schwefelsäure (der Schwefel der. Albuminate, der in der Form schwefelsaurer Salze austritt) und Ammoniak, während die Fette und Kohlehydrate Kohlensäure und Wasser als Endproducte liefern. Wir wissen ferner, dass alle diese Stoffe in solche Organe, wie Lunge, Haut und Niere abgesondert werden, deren Inhalt im normalen Lebensprocesse aus dem Körper wieder entfernt wird. Wir wissen ferner, dass dieser Uebergang in die Endproducte nur ein allmählicher ist und zwischen den Anfängen und Endproducten zahlreiche Mittelglieder liegen, von denen einzelne wenigstens bekannt sind. Rücksichtlich der Entstehung dieser Mittelglieder kann als gewiss angesehen werden, dass dieselben sich nicht auf alle Organe und Gewebe gleichmässig vertheilen, sondern dass die Umsetzungsproducte bestimmter Organe und Gewebe qualitativ verschiedene Zwischenglieder liefern, dass mithin die Organe und Gewebe eigenthümliche Verhältnisse des intermediären Stoffwechsels darbieten. Indem wir uns vorbehalten, auf diese Verhältnisse im weiteren Verlaufe dieses Werkes näher einzugehen und zunächst nur das Allgemeine festhalten, so kommen wir weiterhin zu dem Resultate, dass schon aus der Zusammensetzung der während des Stoffwechsels gebildeten Producte sich die nahe Beziehung des Sauerstoffs zu ihrer Bildung ergiebt, wobei aber nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass namentlich die höheren Glieder derselben durch Spaltungsvorgänge erzeugt werden können; wir können uns einzelne Producte gebildet denken durch einfache Umlagerung der Atome, andere wieder durch einfache Spaltung in zwei Atomgruppen, wieder andere durch Spaltungsvorgänge von einer theilweisen Oxydation begleitet u. s. w. Wie dem aber auch sein mag, so gestaltet sich das Gesammtbild des Stoffwechsels im Thierkörper als das eines Oxydationsprocesses. Die stickstoffhaltigen Umsatzproducte enthalten den Stickstoff der Albuminate und sind aus diesen entstanden durch allmähliches Austreten von Kohlenstoff oder einer Kohlenstoffverbindung unter dem Einfluss des eingeathmeten Sauerstoffs, die Fette spalten sich vielleicht zunächst in fette Säuren und Glcyerin, wobei aber beide Spaltungsproducte alsbald in den Kreis der Oxydation gezogen und dadurch den Endproducten mehr oder weniger rasch entgegengeführt werden. Da nun sämmtliche Bestandtheile des Thierkörpers, insofern sie organischer Natur sind, die Albuminate so gut wie die Fette, diese so gut wie die Kohlehydrate, in die Endproducte des Stoffwechsels, welche wahre Verbrennungsproducte sind, übergeführt werden, so hat die Auffassung des thierischen Lebens als eines Verbrennungsprocesses seine Berechtigung, nur müssen wir dabei nicht vergessen, einerseits dass nicht der ganze thierische Chemismus sich ausschliesslich auf Oxydation zurückführen lässt, vielmehr auch Spaltungsvorgänge gewöhnlich der Oxydation vorhergehen mögen und selbst Reductionsprocesse im

Specifischer Stoffwechsel in den verschiedenen Organen und Geweben.

In wie weit die Auffassung des thierischen Lebensprocesses als eines Verbrennungsprocesses eine berechtigte ist.

Thierorganismus stattfinden können, wie denn die Fettbildung aus Kohlehydraten ein solcher wäre — und anderseits, dass man sich diesen Verbrennungsprocess nicht als einen derartigen denken darf, der die Gewebe und Organe unmittelbar in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Schwefelsäure verwandelt. Auch müssen wir uns davor hüten, in der Einwirkung des Sauerstoffs, indem wir die Analogie mit dem Verbrennungsprocesse festhalten, — etwas dem Leben Feindliches zu sehen, denn wenn es auch richtig ist, dass der Sauerstoff die Ursache der Rückbildung oder des Zerfalls ist, so müssen wir uns dabei daran erinnern, dass ohne einen solchen das Leben überhaupt nicht denkbar ist, indem sein Wesen ja gerade in einer fortwährenden Verjüngung, im Wechsel von Stoff und Form in den einzelnen Theilen, während die allgemeine Gestalt dieselbe bleibt, besteht, und ganz abgesehen davon die Bildung mancher Gewebe selbst nur unter der Mitwirkung des Sauerstoffs vor sich geht. Ein Blick auf die Zusammensetzung des Albumins und Fleischfibrins einerseits und auf jene des leimgebenden Gewebes und der Hornsubstanz zeigt, dass diese Stoffe aus Albumin nur durch Austritt von Kohlenstoff entstehen können, dass sonach bei ihrer Bildung der Sauerstoff wesentlich betheiligt ist.

Das Pflanzenleben ein synthetischer und ein Reductionsprocess, das Thierleben ein analytischer und ein Oxydationsprocess dem vorwiegenden Charakter nach.

So wie demnach der Chemismus des Pflanzenlebens als ein synthetischer, und zwar als ein Reductionsprocess erscheint, indem sich dabei fortwährend Sauerstoff von den Bestandtheilen der Pflanzennahrung trennt, aus welcher sich die Pflanze ihren Leib aufbaut — ohne dass übrigens Oxydationsvorgänge von secundärer Bedeutung dabei ausgeschlossen sind — ebenso erscheint der Chemismus des Thierlebens in seinen allgemeinen grossen Umrissen als ein analytischer und zwar als ein grossartiger Oxydationsprocess, in Folge dessen die der Rückbildung verfallenen Bestandtheile der thierischen Organe und Gewebe zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrannt, und in dieser Form oder in der gleichwerthigen der Kohlensäure, des Wassers und des Harnstoffs aus dem Körper entfernt werden, wobei aber neben diesem vorwiegenden Oxydationsprocesse Spaltungsvorgänge und auch wohl Reductionen einhergehen können.

Wir haben bisher von der Rückbildung der Organe und Gewebe nur insofern gesprochen, als es sich dabei um ihre organischen Bestandtheile handelte. Allein Gewebe und Organe entstehen nicht ohne Mitwirkung anorganischer Stoffe und es müssen daher auch bei dem Zerfall derselben die letzteren betheiligt sein; in der That lehrt die Erfahrung, dass diese anorganischen Salze ebenfalls den Gesetzen des Stoffwechsels unterworfen sind, dass sie nicht nur allein den Gewebsbildnern bei der Entwickelung, sondern auch den Auswurfsstoffen bei der Rückbildung folgen.

Ausscheidung der anorganischen Bestandtheile der Organe und Gewebe.

Im ungestörten Gleichgewichtszustande des thierischen Organismus tritt eine dem Gehalte der Speisen und des Futters an Alkalien, alkalischen Erden, Eisen, Phosphorsäure und Chlor äquivalente Menge dieser Stoffe wieder aus; denn wäre das nicht der Fall, so müsste eine An-

häufung derselben im Körper und eine Störung des Gleichgewichtszustandes alsbald eintreten. Die Ausscheidung dieser anorganischen Stoffe erfolgt vorzugsweise durch die Nieren und den Darm, allein auch durch den Schleim, die Horngebilde, die Haut werden von der Rückbildung stammende anorganische Stoffe ausgeschieden. Der Harn enthält die löslichen, die Fäces enthalten vorzugsweise die unlöslichen anorganischen Bestandtheile der Nahrung, der Organe und Gewebe. Mit dem Harn treten aber nicht bloss die löslichen anorganischen Producte des Stoffwechsels in der Form aus, wie sie in der Nahrung enthalten sind, sondern dieses Excret enthält auch Salze, die in der zugeführten Nahrung als solche nicht enthalten waren, und die selbst Producte des thierischen Verbrennungsprocesses sind. Bestand die Nahrung aus Brot oder Fleisch, deren Asche nur phosphorsaure Salze enthält, so enthält der Harn die Alkalien, die mit ihm aus dem Körper treten, in der That in Gestalt von phosphorsauren Alkalien. Bestand aber die Nahrung aus Vegetabilien, so enthält der Harn kohlensaure Alkalien, die sich zwar in der Asche der Vegetabilien auch finden, allein in den Vegetabilien selbst nicht enthalten sind. Dieselben enthalten vielmehr pflanzensaure Salze, die bei der Verbrennung nicht allein, sondern die auch im thierischen Verbrennungsprocess in kohlensaure Salze verwandelt werden. — Der Harn enthält ausserdem schwefelsaure Alkalien, die der Organismus nicht als solche zugeführt erhielt. Während des Stoffwechsels wird nämlich der Schwefel der Albuminate und seiner Abkömmlinge zu Schwefelsäure verbrannt, die an Alkalien gebunden mit dem Harn den Körper verlässt. Deshalb bedingt eine an Albuminaten reiche Nahrung immer auch eine Vermehrung der schwefelsauren Salze im Harn.

Darmausscheidung.

Das Darmexcret enthält die unassimilirten und unassimilirbaren Ueberreste unserer Speisen, ausserdem aber gewisse Zersetzungsproducte der Galle, Darmsaft, Schleim und überhaupt solche Stoffe, welche in dem Darmcanal secernirt werden. Obgleich auch die Fäces in einer bestimmten Beziehung zu den Vorgängen des Stoffwechsels stehen, so geben sie doch kein Maass für den Stoffwechsel, denn durch sie treten auch Stoffe aus, welche gar nicht Bestandtheile des Blutes und der Gewebe gewesen sind.

Maass des Stoffwechsels.

Die Hauptorgane für die Ausscheidung der Endproducte des Stoffwechsels sind Lunge, Nieren und Haut. In dem ganzen Gewicht der Ausscheidungen beträgt dass der Darmausscheidung nur einen kleinen Bruchtheil.

Schliesslich mag hier noch erwähnt werden, dass erhöhte Thätigkeit des Organismus oder einzelner Organe den Zerfall und die Neubildung derselben beschleunigt, sonach die regressive Stoffmetamorphose wesentlich beeinflusst. Durch die Auswurfsstoffe, die der Thierkörper in einer gegebenen Zeit und unter gegebenen Bedingungen entleert, lässt sich die

Energie des Stoffwechsels messen. Sie steht dazu in einem geraden Verhältnisse.

Rückbildung der Greise und Kranken.

Von dieser nun geschilderten Rückbildung ist die des Greisenalter wohl zu unterscheiden. Erstere ist unter normalen Bedingungen ein Factor des das erwachsende gesunde Thier charakterisirenden Gleichgewichtszustandes. Einnahmen und Ausgaben halten sich das Gleichgewicht. Letztere, sowie auch die in Krankheiten stattfindende Rückbildung ist eine Folge des gestörten Gleichgewichts. Es überwiegen die Ausgaben die Einnahmen, die Rückbildung dauert unter der oxydirenden Wirkung des eingeathmeten Sauerstoffs fort, während das Assimilationsvermögen des Körpers abnimmt, es findet ein Schwinden der Gewebe, und namentlich des organischen Antheils derselben statt.

Rückblick auf den allgemeinen Kreislauf des Stoffs.

Die Hauptmomente des Stoffwechsels lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

Allgemeiner Stoffkreislauf.

Die Pflanzen nehmen in ihrer Nahrung auf:

Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Salpetersäure und anorganische Salze, und verwandeln sie durch Synthese und unter Austritt von Sauerstoff in die Bestandtheile ihrer Gewebe: Kohlehydrate, Albuminate, Fette und zahlreiche andere organische Verbindungen.

Die Thiere nehmen in ihrer Nahrung auf:

Kohlehydrate, Albuminate, Fette u. anorganische Salze, und verwandeln sie in die Bestandtheile ihres Leibes, die chemisch davon nicht different sind. Gewebe und Organe gehen unter Aufnahme von Sauerstoff in immer einfachere Verbindungen über und es werden die Endproducte ihres Zerfalls: Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, das Amid der Kohlensäure (Harnstoff) und gewisse Aminsäuren (Harnsäure, Hippursäure) und anorganische Salze durch Lungen, Haut, Nieren und Darm dem Boden und der Luft wiedergegeben.

Wir ziehen aus den geschilderten Verhältnissen zunächst den allgemeinen Schluss, dass Thier und Pflanze, Luft und Boden sich gegenseitig bedingen.

Literatur zu diesem Abschnitte: Liebig: Chemische Briefe 3te Aufl. 1859. — Derselbe: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 7te Aufl. 1862. — Gr. v. Seilern: Die Pflanzenernährungslehre 1865. — Moleschott: Kreislauf des Lebens 3te Aufl. 1863. — Mulder: Vers. einer allgem. physiologischen Chemie 1844. — Rochleder: Phytochemie 1858. W. Knop: Ph. Centralbl. 1851, S. 609. 721; 1852, S. 593. Chem. Centralbl. 1860, S. 673; 1861, S. 465. 481. 561. 577; 1862, S. 257; 1863, S. 209. — Stohmann: Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. CXXI, S. 285.

Zweiter Abschnitt.

Von den chemischen Bestandtheilen des Thierkörpers.

Einleitung.

Indem wir es unternehmen, in diesem Abschnitte das Wichtigste von den Eigenschaften, dem Vorkommen und der physiologischen Bedeutung der chemischen Bestandtheile des Thierkörpers mitzutheilen, würde es dem Zwecke dieses Buches wenig angemessen erscheinen, wenn wir die hier abzuhandelnden chemischen Verbindungen in der allgemeinen chemischen Systematik entlehnte Gruppen zusammenfassen wollten, aber es wäre ebenso wenig passend, sie ohne irgend ein Eintheilungsprincip abzuhandeln. Vielmehr muss ein physiologisches Eintheilungsprincip gefunden werden, denn wir haben es hier nicht mit chemischen Verbindungen als solchen, sondern, wir haben es mit ihnen nur insofern zu thun, als sie Bestandtheile des thierischen Organismus sind.

Es lässt sich nun aber nicht leugnen, dass ein consequent und ins Einzelne durchgeführtes physiologisches Princip gegenwärtig noch nicht möglich ist, weil ein solches voraussetzen muss, dass die physiologische Rolle aller chemischen Bestandtheile des Thierkörpers bekannt sei und es bedarf wohl kaum noch besonderer Erwähnung, dass wir von diesem Ziele noch weit entfernt sind. Erst wenn wir die Stellung jedes einzelnen Bestandtheils des thierischen Organismus in der Kette des Stoffumsatzes richtig erkannt haben werden, wird eine wahrhaft physiologisch-chemische Systematik möglich sein; bis dahin müssen wir uns an den allgemeinsten Umrissen einer solchen genügen lassen.

Die Eigenschaften der im Thierkörper vorkommenden chemischen Verbindungen sollten strenge genommen als bekannt vorausgesetzt werden, denn auch sie werden in jedem Lehrbuche der anorganischen und organischen Chemie beschrieben. Wir haben sie deshalb und zwar nur die der organischen Stoffe auch möglichst kurz und nur das für unsern Zweck Wichtigste hervorhebend, gleichsam recapitulirend abgehandelt, dagegen die Mittel zu ihrer Erkennung im Organismus ausführlicher angegeben, da diese in den Lehrbüchern der allgemeinen theoretischen

Chemie nicht angegeben werden können, sondern vielmehr gerade hier erörtert werden müssen.

Eintheilung der chemischen Bestandtheile des Thierorganismus nach ihrer Stellung im Stoffwechsel.

Ohne auf unser Eintheilungsprincip einen besonderen Werth zu legen und ohne uns zu verhehlen, dass es weit davon entfernt ist, den Ansprüchen an ein wirklich physiologisches System vollkommen zu entsprechen, glauben wir doch, dass es vor einer chemischen Systematik und vor einer gänzlichen Verzichtleistung auf jedes System einen Vorzug besitzt: den, Anhaltspunkte für den physiologischen Werth zu geben; doch wollen wir dabei nicht verschweigen, dass man sich dieser Anhaltspunkte nur mit Vorsicht bedienen darf und zwar hauptsächlich deshalb, weil die Gruppen keineswegs überall scharf abgegrenzte sind und einzelne Stoffe verschiedenen Gruppen gleichzeitig beigezählt werden können, während bei anderen die dadurch beanspruchte physiologische Stellung eine mehr oder weniger hypothetische ist.

Wir werden die chemischen Bestandtheile des Thierkörpers nach ihrer mehr oder weniger genau erkannten Stellung im Stoffwechsel abhandeln und wenn wir von diesem Standpunkte ausgehen, so zerfallen sie zunächst in drei Hauptgruppen. Die

I. Gruppe umfasst diejenigen chemischen Bestandtheile des Thierkörpers, die als solche fertig gebildet von Aussen aufgenommen werden und die mit wenigen Ausnahmen auch als solche aus dem Körper wieder ausgeschieden werden: Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers. Die

II. Gruppe begreift diejenigen Stoffe in sich, die wenn auch zum Theil dem Organismus bereits fertig gebildet zugeführt, um zu Theilen des Organismus zu werden, einer vorgängigen Assimilation, bestehend in molekularen Umlagerungen, oder wenig tiefgreifenden chemischen Metamorphosen bedürfen und die als solche im normalen Zustande des Organismus nur in seltenen Ausnahmefällen aus dem Körper ausgeschieden werden: Gewebsbildner.

III. Gruppe. Stoffe, deren Bildung im Organismus selbst erfolgt und zwar durch Desassimilation, d. h. durch secretbildende Processe, oder den Zerfall der Gewebe und Organe: Producte der regressiven Stoffmetamorphose im engeren und weiteren Sinne. Sie werden aus dem Organismus als solche, oder nachdem sie zu den Endproducten verbrannt sind, ausgeschieden.

Erste Gruppe.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

Anorganische Bestandtheile des Thierkörpers.

Die anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers werden demselben zum grössten Theile bereits fertig gebildet zugeführt und verlassen den

Körper auch meist in derselben Form, in der sie ihn betreten haben. Die bemerkenswertheste Ausnahme machen die zum grössten Theil erst im Organismus gebildete Kohlensäure, das von der Oxydation des Wasserstoffs der organischen Bestandtheile stammende Wasser und die Schwefelsäure der hauptsächlich durch den Harn ausgeschiedenen schwefelsauren Salze, die zum Theil von dem Schwefel der Albuminate stammt. Die anorganischen Körperbestandtheile sind demselben sonach keineswegs eigenthümlich, sondern finden sich auch in der unbelebten Natur und im Pflanzenreiche. Sie stammen, wie bereits im vorigen Abschnitte auseinandergesetzt wurde, von dem Boden und gehen aus diesem in die Pflanzen und von letzteren in die Thiere über.

Vorkommen.

Sie finden sich im Allgemeinen in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben, doch mit Ausnahme der Knochen und Zähne in vorwiegender Menge in ersteren. Einige kommen in allen Geweben und thierischen Flüssigkeiten vor, wie z. B. Wasser und Kochsalz, während andere, wie z. B. die Respirationsgase, auf gewisse Organe beschränkt sind.

Das Gesammtgewicht der anorganischen Körperbestandtheile, das Wasser natürlich mit eingeschlossen, überwiegt jenes der organischen Stoffe.

Die anorganischen Bestandtheile thierischer Organismen sind folgende:

I. Wasser.

II. Gase:

Sauerstoffgas.
Wasserstoffgas.
Stickstoffgas.
Kohlensäuregas.
Sumpfgas.
Schwefelwasserstoffgas.

III. Salze:

Chlornatrium.
Chlorkalium.
Chlorammonium.
Fluorcalcium.
Kohlensaures Natron.
Kohlensaures Kali.
Kohlensaures Ammoniak.
Kohlensaurer Kalk.
Kohlensaure Bittererde.
Phosphorsaures Natron.
Phosphorsaures Kali.
Phosphorsaurer Kalk.
Phosphorsaure Bittererde.
Phosphorsaure Ammoniak-Bittererde.
Phosphorsaures Natron-Ammoniak.
Salpetersaures Ammoniak.
Salpetrigsaures Ammoniak.
Schwefelsaure Alkalien.
Schwefelsaurer Kalk.

IV. Freie Säuren:

Chlorwasserstoffsäure.
Schwefelsäure.
Kieselsäure.

V. Elemente, deren Verbindungsform nicht mit Sicherheit ermittelt ist:

Eisen.	Kupfer.
Mangan.	Blei.

Ausserdem sollen auch noch Spuren von Wasserstoffsuperoxyd im thierischen Organismus unter gewissen Bedingungen vorkommen. Von den angeführten Stoffen sind einige, wie Sumpfgas, Schwefelwasserstoffgas, kohlensaures Ammoniak, Kupfer und Blei, als mehr zufällige oder nicht normale Bestandtheile des Thierorganismus zu betrachten, während salpetrigsaures und salpetersaures Ammoniak nur in Spuren vorkommen und die Schwefelsäure als freie Säure erst einmal in einem Secrete wirbelloser Thiere nachgewiesen wurde.

Aggregatzustand.

Was die oben aufgeführten Salze betrifft, so finden sie sich zum grossen Theil in Lösung, andere dagegen sind in fester Form abgelagert und einzelne kommen auch wohl krystallisirt vor.

Auch die gasförmigen Bestandtheile sind unter gewissen Umständen im Körper in Flüssigkeiten gelöst. Aber kein anorganischer Bestandtheil des thierischen Organismus ist während der ganzen Lebensdauer in fester Form, sei es amorph oder krystallisirt, abgelagert; es ist vielmehr ein allgemeines Gesetz, dass die anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers einem beständigen Wechsel des Aggregatzustandes unterworfen sind; denn die in Lösung aufgenommenen werden erst im Organismus als Bestandtheile von Geweben fest abgelagert, müssen aber bei dem Zerfall der letzteren, um den Körper verlassen zu können, wieder flüssig werden. Das allgemeine Auflösungsmittel für alle diese Stoffe ist das Wasser, allein diese Auflösung wird in vielen Fällen durch die Gegenwart anderer gelöster Stoffe bedingt, so dass im Körper Stoffe aufgelöst vorkommen, die ausserhalb des Organismus sich in reinem Wasser nicht auflösen. Die Alkalien, die Chlormetalle, die kohlensauren Alkalien und freie Kohlensäure spielen in dieser Beziehung eine sehr bedeutsame Rolle.

Chemisches Verhalten.

Das chemische Verhalten der anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers ist im Allgemeinen dasselbe, welches sie auch ausserhalb des Organismus zeigen, doch wird selbes durch die complexe Natur der Stoffe, welche sie begleiten, mehr oder weniger wesentlich modificirt. So werden, wenn man den galvanischen Strom durch ein thierisches Gewebe leitet, die Chlorüre und Sulfate allerdings auch zersetzt, allein statt frei zu werden, übertragen sich die Säuren und die Basen auf die gleichzeitig vorhandenen organischen Stoffe und bewirken chemische Veränderung: Coagulation, Auflösung oder Zersetzung derselben.

Nur selten aber zeigen die gelösten anorganischen Bestandtheile des Organismus ihre chemischen Reactionen in der Reinheit wie ausserhalb desselben in einfachen Lösungen; die anorganischen Bestandtheile des Harns zwar lassen sich auf gewöhnliche Weise durch chemische Reac-

tionen nachweisen, nicht aber die Salze des Blutes und anderer Ernährungsflüssigkeiten, wobei nicht nur die störende Gegenwart anderer Stoffe, sondern auch wohl der Umstand in Rechnung kommt, dass viele davon wahrscheinlich an organische Stoffe in uns bis jetzt noch nicht näher bekannter Weise gebunden sind.

Physiologische Bedeutung.

Was die physiologische Bedeutung der anorganischen Körperbestandtheile anlangt, so ist vor allem zu erwähnen, dass sie eine nur theilweise gekannte, aber insofern sie überhaupt gekannt ist, eine sehr wichtige ist. Ganz abgesehen von den Respirationsgasen und ihrer Rolle im Lebensprocess, sind anorganische Bestandtheile zur Bildung jedes Gewebes unentbehrlich, ja einzelne Gewebe, wie z. B. das Knochengewebe, verdanken ihren anorganischen Bestandtheilen geradezu ihren eigenthümlichen Typus. Ueberhaupt aber wo Organisation, wo Zellenbildung stattfindet, da müssen nothwendigerweise gewisse anorganische Salze mitwirken. Keine Elementarzelle kann sich ohne gewisse anorganische Salze bilden. So ist z. B. der phosphorsaure Kalk nicht allein unentbehrlich für die Entwickelung des Knochengewebes, sondern er ist auch ein unzertrennlicher Begleiter aller histogenetischen Stoffe, z. B. der Albuminate. So sprechen zahlreiche Thatsachen dafür, dass das Chlornatrium eine für die Zellenbildung sehr wesentliche Substanz ist, dass die Blutkörperchen zu ihrer Bildung des Eisens und des phosphorsauren Kalis bedürfen u. s. w. und es erklärt sich hieraus zur Genüge, warum der Ernährungswerth aller wesentlichen organischen gewebsbildenden Verbindungen gleich Null ist, wenn sie dem Organismus mit Ausschluss der anorganischen Salze dargeboten werden.

Ausscheidung.

Alle anorganischen Bestandtheile des Thierkörpers werden wieder aus dem Organismus entfernt und zwar meist in derselben Form. Der freie Sauerstoff tritt zum Theil nicht mehr als solcher, sondern in der Form von Wasser und Kohlensäure wieder aus. Diejenigen anorganischen Stoffe, welche in Folge von pathologischen Veränderungen sich im Organismus selbst in fester Form ausscheiden, müssen wie alle festen Stoffe überhaupt vor ihrem Austritte wieder flüssig werden; geschieht dies nicht, so geben sie Veranlassung zur Bildung von Concretionen, Incrustationen, Ossificationen u. s. w.

Die Ausscheidung der anorganischen Körperbestandtheile erfolgt durch Haut, Lunge, Nieren und Darm. Während durch Haut und Lungen vorzugsweise die Gase austreten, werden die Salze durch Nieren und Darm, in grösster Menge aber durch erstere ausgeschieden, durch den Darm aber treten auch gewisse Gase, durch Zersetzungsvorgänge innerhalb des Darms erzeugt, nach aussen. Bei dem Embyro sind die Ausscheidungen sehr gering, das Aufgenommene wird hier grösstentheils zum Aufbau der Gewebe verwendet. Auch bei dem Greise werden die Ausscheidungen der anorganischen Stoffe gehemmt und daher die zu Concretionen, Ossificationen und dergleichen Veranlassung gebende Anhäufung derselben im Blute.

Die Zusammensetzung der Asche gestattet keinen vollgültigen Rückschluss auf die Verbindungsform der anorganischen Stoffe im Organismus.

Wir dürfen aber am Schlusse dieser allgemeinen Auseinandersetzungen nicht verschweigen, dass die Zusammensetzung der Asche, d. h. des Verbrennungsrückstandes eines Organs oder einer thierischen Flüssigkeit keineswegs einen vollgültigen Schluss erlaubt auf die Verbindungsformen der anorganischen feuerbeständigen Stoffe in der ursprünglichen organischen Substanz. Unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs, unter der reducirenden Einwirkung der Kohle können Oxydationen und Reductionen stattfinden, können sich auch gewisse Verbindungen in anderer Weise gruppiren, können sich endlich andere Stoffe verflüchtigen. So finden wir organischsaure Salze in der Asche als kohlensaure wieder und es ist daher in der Asche nachgewiesenes kohlensaures Alkali keineswegs immer als solches in der unzerstörten Substanz enthalten, der Schwefel der Albuminate und Albuminoide verwandelt sich in schwefelsaure Salze, der Phosphor des Protagons findet sich in der Asche des Gehirns in der Gestalt von phosphorsauren Salzen, Ammoniaksalze finden wir in der Asche ihrer Flüchtigkeit halber gar nicht, dreibasisch-phosphorsaure Salze können sich in zweibasische, zweibasische in einbasische verwandeln, schwefelsaure und phosphorsaure Verbindungen können durch die reducirende Einwirkung der Kohle zum Theil in Schwefel- und Phosphormetalle verwandelt werden, Chlormetalle können sich zum Theil bei unzweckmässig geleiteter Einäscherung verflüchtigen u. s. w.

a. Im Thierorganismus vorkommende Gase.

Sauerstoffgas.

Vorkommen.

Vorkommen: Mit anderen Gasen gemengt, findet sich Sauerstoffgas in allen lufthaltigen Räumen des Leibes und ausserdem in verschiedenen Flüssigkeiten desselben. Gasförmig vor Allem im Lungenparenchym und den Bronchialverzweigungen, ausserdem wohl auch in den Gasgemengen des Darmcanals, gelöst dagegen im Blute und zwar im arteriellen und venösen und anderen thierischen Flüssigkeiten.

Zustände des Sauerstoffs im Organismus.

Zustände des Sauerstoffs im Organismus. Für die physiologische Function des Sauerstoffs ist die Frage, in welchem Zustande er sich im Organismus vorfindet, von hoher Bedeutung. Während über den Zustand, in welchem der Sauerstoff mit den Respirationsgasen in die Luftwege gelangt, ein Zweifel nicht wohl bestehen kann, waren die Ansichten darüber, wie der Sauerstoff im Blute aufgelöst ist, bis vor Kurzem getheilt. Der bei weitem grössere Theil der älteren Physiologen nahm an, dass der Sauerstoff ganz einfach den Absorptionsgesetzen für Gase folgend im Blute absorbirt sei, während andere auch eine gewisse chemische Attraction für diesen Vorgang beanspruchen zu müssen glaubten, unter ihnen Liebig. Mit grosser Sorgfalt angestellte Versuche (Magnus,

L. Meyer) haben aber den Nachweis geliefert, dass die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut nur zum geringsten Theile vom Drucke dieses Gases, unter dem es mit dem Blute in Berührung kommt, abhängig erscheint, sondern dass dieselbe vielmehr durch eine wenngleich schwache chemische Attraction bewirkt wird. Der Nachweis hierfür wurde von L. Meyer durch Absorptionsversuche geliefert, die zeigten, dass die absorbirten Sauerstoffmengen, auch wenn der Druck sehr erheblichen Schwankungen unterworfen war, sich nahezu gleich blieben. 1 Volum defibrinirtes gasfreies Blut nahm aus reinem Sauerstoffgase bei 21,5° C. 0,092 bis 0,095 Vol. dieses Gases auf, wenn der Druck dieses Gases auch zwischen 0,835 und 0,587^{m} schwankte. Würde das Blut den Sauerstoff einfach durch Absorption aufnehmen, so müssten *caeteris paribus* die aufgenommenen Volumina dem Drucke proportional sein. Aus den Versuchen von L. Meyer ergiebt sich aber weiter, dass mit dem Wassergehalte des Blutes, sonach wahrscheinlich mit der relativen Abnahme der den Sauerstoff anziehenden Bestandtheile des Blutes, die vom Drucke unabhängige Quantität des aufgenommenen Sauerstoffs abnimmt, die einfach absorbirte dagegen zunimmt. Diese Annahme stützt sich darauf, dass das Wasser des Blutes in der That einen Gasabsorbenten darstellt und darauf, dass nach angestellten Versuchen mit Wasser verdünntes Blut in der That Sauerstoff auch einfach absorbirt, obgleich es ausserdem noch immer die Volumensmenge von Sauerstoff bindet, die das unvermischte Blut für sich durch chemische Attraction aufnehmen würde.

Die Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut erfolgt nur zum geringsten Theile durch einfache Absorption, zum grössten Theile aber in Folge einer chemischen Anziehung.

Demnach würde der bei Weitem grösste Theil des im Blute enthaltenen Sauerstoffs, wenngleich lose, immerhin aber, in einer bisher freilich noch nicht weiter aufgehellten Weise gebunden und nur ein sehr geringer Antheil desselben einfach absorbirt sein. Diess lehren weiterhin auch die von W. Müller angestellten Versuche. Diese zeigen, dass der Sauerstoff bis auf geringe Spuren aus abgesperrter Athmungsluft durch das lebende Blut entfernt werden kann und zwar so rasch, dass hier an eine chemische Anziehung von vornherein gedacht werden muss, und was die letztere Annahme bestätigt, ist die ebenfalls von W. Müller beobachtete Thatsache, dass wenn man ein Thier nach vorheriger möglichst vollständiger Entfernung des in der Lunge vorhandenen und des im Blute absorbirten Stickstoffs in einem geschlossenen Raume athmen lässt, welcher reinen Sauerstoff enthält, allmählich das ganze Luftvolumen von dem Thiere verzehrt wird. Während nämlich bei derartigen Versuchen der Sauerstoff trotz seines stetig abnehmenden Partiardruckes bis zum letzten Rest durch chemische Affinität von dem Blute angezogen wird, überwindet die Kohlensäure der Ausathmungsluft in Folge ihres durch die fortdauernde Neubildung stetig gesteigerten Partiardruckes im Athmungsraume den im Blute vorhandenen und tritt daher auf dem Wege der einfachen Absorption in das Blut über. Erscheint demnach eine gewisse chemische Anziehung bei der Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut unzweifelhaft thätig, so entsteht nun zunächst die Frage, ob das Ge-

sammtblut als solches oder ein bestimmter Bestandtheil desselben diese Anziehung ausübt. Die über diese Frage angestellten Untersuchungen lassen das letztere als unzweifelhaft erscheinen, und zwar sind es die Blutkörperchen, denen diese Function zukommt.

Die die Sauerstoffaufnahme ins Blut vermittelnden Organe sind die Blutkörperchen.

Schon Berzelius hat beobachtet, dass Blutserum sehr wenig Sauerstoff absorbirt, während wenn blutkörperchenhaltiges Serum zu dem Versuche angewendet wird, eine beträchtlichere Sauerstoffabsorption stattfindet. Damit in Uebereinstimmung fanden J. Davy, Nasse und Magnus, dass die Volumeinheit eines Gemenges von Blutkörperchen und Serum (defibrinirtes Blut) mehr Sauerstoff zu absorbiren vermag, wie die eines blutkörperchenfreien Serums und Fernet, der diese Verhältnisse eingehender untersuchte, fand, dass Blut fünfmal so viel Sauerstoff absorbirt als das Serum bei gewöhnlichem Drucke. Da nun der Sauerstoffdruck der atmosphärischen Luft nur $^1/_5$ Atmosphäre beträgt, und daher das vom Blute aufgenommene Sauerstoffvolumen nicht über $^1/_5$ desjenigen betragen kann, welches aufgenommen würde, wenn man reinen Sauerstoff athmete, so muss beim Athmen das 25fache Volumen von jenem aufgenommen werden, welches der flüssige Theil des Blutes durch einfache Absorption aufnimmt. Aber nicht nur auf dem Wege der Induction, sondern auch direct ist der Beweis geführt, dass die Absorption des Sauerstoffs eine Function der Blutzellen ist. Hoppe-Seyler hat gefunden, dass der Hauptbestandtheil der letzteren: das Hämoglobin (s. w. unten) selbst ausserhalb des Organismus und krystallisirt, Sauerstoffgas lose gebunden enthält, welchen es beim Erwärmen im Vacuo abgiebt und dass das spectralanalytische Verhalten des sauerstoffhaltigen Blutes vollkommen übereinstimmt mit dem des sauerstoffhaltigen Hämoglobins. Preyer hat endlich das Endglied in die Kette von Beweisen eingefügt, indem er nachwies, dass reines krystallisirtes Hämoglobin ebenso viel Sauerstoff lose bindet, wie eine Blutmenge, welche das gleiche Gewicht Hämoglobin enthält.

Der Sauerstoff ist im Blute und den Blutkörperchen wahrscheinlich in einem ähnlichen Zustande enthalten wie im ozonisirten Terpentinöl und anderen Ozonträgern.

Es entsteht aber nun weiterhin die Frage, ob der in Folge einer chemischen Anziehung vom Blute und zwar von den Blutzellen aufgenommene Sauerstoff im gewöhnlichen Sinne chemisch gebunden ist, oder ob man für den Zustand desselben sich nach anderen Analogien umsehen muss. An eine wirklich chemische Bindung im gewöhnlichen Sinne ist aber kaum zu denken, denn der von dem Blute aufgenommene Sauerstoff lässt sich mittelst der Luftpumpe unter Mitwirkung einer der Blutwärme nahen Temperatur fast vollständig austreiben, ebenso durch einen Strom von Kohlenoxydgas oder Stickoxydgas. Wenn man das ganze Verhalten des Sauerstoffs im Organismus ins Auge fasst und berücksichtigt, dass er dazu bestimmt ist, die grossartigsten Oxydationswirkungen zu veranlassen und dass diese Oxydationen im Körper bei einer Temperatur vor sich gehen, bei welcher sich der gewöhnliche Sauerstoff ausserhalb des Orga-

nismus meist inactiv verhält, so wird man um Analogien für den wahrscheinlichen Zustand des Sauerstoffs im Blute nicht länger verlegen sein. Nach den bisher gewonnenen Anhaltspunkten müssen wir es für wahrscheinlich halten, dass der Sauerstoff sich im Blute und den Blutkörperchen in einem ähnlichen Zustande befindet, wie in dem Terpentinöl oder dem Platinmohr, d. h. mit potenzirten Affinitäten für die im Organismus erfolgenden Oxydationsprocesse verfügbar. Dass die Blutkörperchen nicht nur allein eine eigenthümliche Anziehung zum Sauerstoff besitzen, sondern dass sie Oxydationswirkungen vermitteln können, die ohne sie oder ähnlich wirkende Körper nicht erfolgen, beweist übrigens ihr Verhalten zum ozonisirten Terpentinöl, zum Bittermandelöl u. s. w. zur Genüge.

Nach den neueren Untersuchungen von Schönbein besitzen die Blutkörperchen das Vermögen, den eingeathmeten Sauerstoff zu polarisiren, d. h. in Ozon und Antozon: ⊖ und ⊕ zu verwandeln; letzterer tritt mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd zusammen, welches durch die Blutkörperçhen aber sofort wieder in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff zerlegt wird, indem das Ozon: der negative Sauerstoff mit dem positiven Sauerstoff, dem Antozon des Wasserstoffsuperoxydes, sich zu gewöhnlichem Sauerstoff wieder ausgleicht. Das durch Polarisation des eingeathmeten Sauerstoffs gebildete Ozon würde demnach immer wieder einestheils zur Oxydation, anderseits zur Neutralisation des Antozons des Wasserstoffsuperoxydes verwendet, und daraus würde sich erklären, warum man Ozon im Blute entweder gar nicht oder nur in Spuren (A. Schmidt, W. Kühne und G. Scholz) nachweisen kann.

Nach Allem diesem erscheint die Frage, in welchem Zustande der Sauerstoff von den Blutkörperchen aufgenommen wird, zwar nicht definitiv erledigt, aber muss man es mindestens als wahrscheinlich gelten lassen, dass der Sauerstoff ins Blut in Folge einer eigenthümlichen Attraction der Blutkörperchen tretend, in diesen in activem Zustande vielleicht als Ozon, wenngleich in geringer Menge in jedem Zeitmomente, enthalten ist und dass er von ihnen auf andere Körper erst wirklich chemisch übertragen wird und damit erst seine eigentlich chemischen Wirkungen entfaltet. Dass er nicht zur Oxydation der Blutkörperchen selbst verwendet wird und dieselben nur Vermittler der Sauerstoffpolarisation sind, ergiebt sich daraus, dass Blutkörperchen und Platinmohr aus gleichen Mengen Wasserstoffsuperoxyd gleiche Mengen Sauerstoffgas entwickeln (A. Schmidt).

Ursprung des im Thierorganismus vorkommenden freien Sauerstoffs.

Ursprung des Sauerstoffs des Thierkörpers. Aller im Organismus vorkommende Sauerstoff stammt von der atmosphärischen Luft. Die Haupteingangspforte für ihn sind die Lungen, doch werden auch von der Haut geringe Mengen aufgenommen. Aus der Lunge gelangt er in das Blut. In diesem giebt die atmosphärische Luft 4 bis 6 Proc. ihres Sauerstoffs ab, die als solche nicht mehr in die Luft zurückkehren. Für dieses im Körper verwendete Sauerstoffvolumen wird ein nahezu

gleiches Volumen Kohlensäure ausgeschieden, so dass das Gesammtvolumen der ausgeathmeten Luft dem der ausgeathmeten nahezu gleich ist. Durch die Nahrungsmittel, die Getränke und durch den Speichel gelangen geringe Mengen von Luft und somit von Sauerstoff in den Magen und Darmcanal, und es sind wohl die hier aufgefundenen Mengen dieses Gases, die übrigens keineswegs constant sind, ausschliesslich auf diesen Ursprung zurückzuführen; wenigstens fehlen für anderen Ursprung desselben alle positiven Anhaltspunkte.

Austritt des Sauerstoffs.

Austritt des Sauerstoffs. Nur ein Theil des in den Körper aufgenommenen Sauerstoffs tritt in der Exspirationsluft als solcher wieder aus; ein anderer geht im Thierkörper zahlreiche chemische Verbindungen ein, deren sauerstoffreichste Glieder der Rückbildung angehören und deren Endproducte zum grössten Theil in der Form von Kohlensäure und Wasser den Körper verlassen. In Uebereinstimmung mit den weiter oben erörterten Thatsachen haben wir aber die Kohlensäurebildung nicht unmittelbar schon im Blute erfolgend uns zu denken, sondern als eines der Endglieder einer längeren Reihe von Umsetzungen anzusehen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Indem wir bereits im vorhergehenden Abschnitte den Chemismus des Thierorganismus vorwaltend als den eines Oxydationsprocesses erörtert haben, erscheint es unnöthig, bei der Erörterung der Frage nach der physiologischen Bedeutung des Sauerstoffs ins Breite zu gehen, um so unnöthiger, als wir im ganzen Verlaufe dieses Werkes und namentlich beim Respirationsprocesse immer wieder darauf zurückkommen müssen. Seine Functionen beruhen in seiner chemischen Affinität zu den organischen Bestandtheilen des Thierkörpers, der zufolge er die ursprünglich sauerstoffarmen Bestandtheile des Thierkörpers in sauerstoffreiche überführt. Durch diesen Vorgang aber wird unter Anderem auch die thierische Wärme: die von der Aussenwelt unabhängige Temperatur des Thierkörpers vermittelt. Der Sauerstoff ist demnach einer der wesentlichsten Factoren des Lebensprocesses.

Bei den Oxydationsvorgängen im Thierkörper ist vor Allem ins Auge zu fassen, dass sie bei einer Temperatur vor sich gehen, die nicht entfernt im Stande wäre, dieselben ausserhalb des Organismus hervorzurufen und dass diese Oxydationsvorgänge auch häufig qualitativ verschieden von denjenigen sind, die die organischen Bestandtheile des Thierkörpers ausserhalb des Organismus unter Mitwirkung hoher Temperaturen darbieten. Wenn dieses nicht für die Endproducte der Verbrennung gilt, die in beiden Fällen: bei der eigentlichen Verbrennung und bei dem thierischen Verbrennungsprocess, die gleichen sind, so gilt es um so mehr für die Zwischenproducte. Es müssen im Organismus selbst liegende Bedingungen sein, welche diese Verschiedenheit veranlassen und es ist in dieser Beziehung sicherlich nicht ohne Bedeutung,

dass Ozon, auf organische Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur einwirkend, Oxydationswirkungen hervorruft, die den im Organismus erfolgenden nicht selten analog sind (Gorup-Besanez).

Ueber den Heerd, an welchem die Oxydation der Bestandtheile des Organismus durch den eingeathmeten Sauerstoff beginnt, hat man vielerlei Meinungen ausgesprochen und auch Versuche angestellt (J. Sachs, Estor et St. Pierre), ohne dadurch der Erledigung der Sache um Vieles näher zu rücken. Die Einen verlegen die erste Einwirkung in das Blut, und zwar soll sie sogleich schon beim Eintritt des Sauerstoffs in selbes erfolgen, während Andere meinen, die Einwirkung beginne erst beim Uebergange der Blutbestandtheile in die Gewebe. Es ist klar, dass die Oxydation ebensowohl im Blute wie in den Geweben stattfinden kann, allein wenn es sich nicht um Ansichten, sondern um Ueberzeugungen handelt, so muss man gestehen, dass ein Material, um zu letzteren zu gelangen, bisher noch fehlt. Eines aber ist gewiss und weiter oben auch schon hervorgehoben, dass die Kohlensäure, welche sich im Blute findet und welche wir ausathmen, kein unmittelbares Verbrennungsproduct der Blutbestandtheile, sondern nur das Endglied einer Reihe intermediärer Oxydations- und chemischer Processe überhaupt ist.

Physiologische Folgerungen.

Es ist aber hier der Ort, aus den geschilderten Zuständen des Sauerstoffs im Organismus einige wichtige physiologische Folgerungen zu ziehen. Es ist vor Allem die Unabhängigkeit der Sauerstoffaufnahme von den Gesetzen der einfachen Gasabsorption und mithin vom Drucke, welche mehrere sonst unerklärliche Erscheinungen als Folgen dieser Unabhängigkeit erscheinen lässt. So die von Regnault und Reiset beobachtete Thatsache, dass eine Vermehrung des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft um das Zwei- bis Dreifache den Respirationsprocess in keiner Weise beeinträchtigt, weil eben die Blutkörperchen eine nicht vom Drucke, sondern von einer eigenthümlichen Attraction abhängige gleiche Menge von Sauerstoff binden. Aus demselben Grunde ist auch eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft bis zu einer gewissen Grenze ohne Einfluss, weil auch in diesem Falle das Blut so viel Sauerstoff zurückhält, als es nöthig hat, wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass der Kohlensäuregehalt der Luft nicht zu bedeutend ist. Ist letzteres der Fall, so wird dadurch allerdings die Sauerstoffabsorption beeinträchtigt, weil dann die nach den einfachen Gesetzen der Absorption aufgenommene Kohlensäure das Uebergewicht erhält. Lässt man aber Thiere in einer Luft athmen, die 17 bis 20 Proc. Kohlensäure, zugleich aber $1^1/_2$ bis 2 mal so viel Sauerstoff wie gewöhnliche Luft enthält, so gleicht sich Alles wieder aus, und die Respiration geht ungehindert von statten (Regnault und Reiset, Legallois). Auch in einer stickstofffreien oder stickstoffarmen Luft geht, vorausgesetzt, dass es nicht an Sauerstoff fehlt, die Respiration ungehindert von statten. Nach den Versuchen von W. Müller

ist eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft bis um $^1/_3$ ihres Normalgehaltes ohne wesentlichen Einfluss auf den Respirationsprocess von Kaninchen. Ueber diese Grenze hinaus aber zeigen sich Störungen, die bei einem Gehalte von 4 bis 5 Proc. schon ziemlich eingreifend sind, bei einem Heruntergehen unter 3 Proc. aber den Tod des Thieres veranlassen.

Alle diese Thatsachen aber erklären vollständig, warum der Respirationsprocess in grossen Höhen, wie z. B. in einer solchen von 12,000 bis 12,600 Fuss über der Meeresfläche (Puno, Potosi in Bolivia), in derselben ungehinderten Weise vor sich geht, wie an der Meeresfläche, obgleich die Menschen in diesen Gegenden kaum mehr als $^2/_3$ der absoluten Menge Sauerstoff einathmen, welche mit jedem Athemzuge an dem Meeresufer in die Lunge tritt, — warum der südamerikanische Condor seinen Aufenthalt auf dem Hochgebirge fast plötzlich mit dem an der Meeresfläche zu vertauschen im Stande ist, sonach abwechselnd unter dem Drucke einer halben und einer ganzen Atmosphäre zu leben vermag. Wäre die Sauerstoffaufnahme vom Drucke abhängig, so würde ein Organismus, dem der Luftdruck an der Meeresfläche die hinreichende Menge Sauerstoff zuführte, im Hochgebirge statt des regeren zur Deckung des grösseren Wärmeverlustes nöthigen Stoffwechsels eine Verlangsamung desselben erfahren, da mit dem gesammten Luftdrucke auch der des Sauerstoffs abnimmt, und diesem proportional die Sauerstoffabsorption sich verringern würde. Die Bewohner des Flachlandes würden dann nicht einmal auf den mittleren Höhen der Alpen ohne Beschwerden verweilen können.

Das Blut aber trägt in seiner Zusammensetzung den Regulator für die Sauerstoffaufnahme in sich. Unabhängig vom wechselnden Drucke der Atmosphäre zieht das Blut in den Lungen den Sauerstoff im richtigen Verhältnisse an, um ihn für die Lebenszwecke zu verwenden. Nur eine Veränderung der Zusammensetzung des Blutes selbst bedingt eine Veränderung der aufgenommenen Menge. Ueberall aber, wohin der Mensch bis jetzt vorzudringen vermochte, befindet er sich in einer Atmosphäre, welche ihm den Sauerstoff in hinreichender Menge liefert und der Organismus selbst besitzt überdies die Fähigkeit, bis zu einem gewissen Grade den Mangel an Sauerstoff in der äusseren Luft durch Vergrösserung der Berührungsfläche zwischen Gas und Blut, und rascheren Gaswechsel auszugleichen.

Literatur: Liebig: Chemische Briefe. 4te Aufl. Bd. II. S. 21 u. ff. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. S. 20 u. ff. — Magnus: Poggendorff's Annal. Bd. XL u. Bd. LXVI. — Nasse: Handwörterb. der Physiologie Bd. I. S. 177. — Lothar Meyer: Henle u. Pfeufer's Zeitschrift. N. F. Bd. VIII. — Fernet: Annal. des sciences naturell. IV. Tom. VIII. S. 125. — W. Müller: Sitzungsber. der Kais. Akademie der Wissensch. zu Wien. Bd. 33. S. 99. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. T. XXVI. p. 17 et suiv. — A. Schmidt: Ozon im Blute. Dorpat 1862. — Derselbe: Hämatologische Studien. Dorpat 1865. — Schönbein: München. akad. Sitzungsber. 1863. I. 274. 265; II. 117; 1864. I. 134.

Journ. f. prakt. Chemie Bd. 92. 168. — Nawrocki: De Claudii Bernardi methodo oxygenii copiam in sanguine determinandi. Dissertatio inaug. Wratislaviae 1863; Zeitschrift für analyt. Chemie. 1863. S. 117. — J. Sachs: Arch. f. Anat. u. Physiologie. 1863. S. 345. — J. Assmuth: Ueber die Einwirkung des Wasserstoffhyperoxydes auf die physiologische Verbrennung. Dorpat. 1864. — W. Kühne u. G. Scholz: Virchow's Archiv f. path. Anatomie. Bd. XXXIII. S. 96. — v. Gorup-Besanez. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CX. S. 86. Bd. CXXV. S. 207. — Estor et Saintpierre: Journ. de l'anat. et de la physiol. II. 302. — Rollet: Wiener akad. Sitzungsber. LII, S. 246. — W. Preyer: Centralbl. für d. med. Wissensch. 1866. S. 321.

Wasserstoffgas.

Vorkommen. Das Wasserstoffgas wurde in sehr geringer Menge in der Exspirationsluft und in grösserer in den Darmgasen gefunden. Chevreul fand im aus dem Magen eines Hingerichteten erhaltenen Gasgemenge 3,55 Proc. Wasserstoffgas, im Gase des Dünndarms 5,4 bis 11,6 Proc. und im Dickdarm 7,5 Proc. Ruge fand in den Dickdarmgasen lebender Menschen 0,69 bis 54,2 Vol.-Proc. Wasserstoffgas, am Meisten bei Milchkost, am Wenigsten bei Fleischkost. Auch Planer fand in den Darmgasen von Hunden 6,3 bis 48,7 Proc. Wasserstoff und Pettenkofer beobachtete in den Perspirationsgasen eines mit Fleisch und Zucker genährten Hundes ebenfalls freies Wasserstoffgas, wohl zum grössten Theile aus dem Darme stammend.

Vorkommen.

Woher dieser freie Wasserstoff stammt, ist noch nicht mit Sicherheit ermittelt, so viel aber ist klar, dass er ein Product chemischer Umsetzungen sein muss, welche der Buttersäuregährung analog sind. Aus dem Körper tritt er hauptsächlich durch den Darm, in Folge von Diffusion in das Blut auch wohl durch die Lunge und die Haut.

Literatur: Chevreul: Nouv. Bulletin de la Soc. philomat. Juillet 1816. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. T. XXVI. — Chevillot: Journal de Chim. med. V. 596. — Valentin: Archiv für physiologische Heilkunde XIII. 356. — Planer: Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Mathem. naturw. Classe XLII. — E. Ruge ebendaselbst Bd. XLIV. 739. — Pettenkofer: Münchener akademische Sitzungsber. 1862. II. 88.

Stickstoffgas.

Vorkommen. Wo sich im Thierkörper atmosphärische Luft findet, da findet sich natürlich auch Stickstoffgas. Als Bestandtheil der Respirationsgase findet sich daher Stickgas in den Lungen und im Blute, ausserdem ist es aber auch ein Bestandtheil der Darmgase.

Vorkommen.

In 100 Vol. Gas des Magens und der Gedärme von Hingerichteten fand Chevreul: im Magen 71,45; im Dünndarm 20,08 — 8,85 — 66,60;

im Coecum 67,50; im Colon 51,03 — 18,40; im Rectum 45,96 Volumtheile Stickgas. In den Darmgasen des Hundes fand Planer und zwar im Dünndarm: 4 bis 54,2 Proc., im Dickdarm 5,9 bis 23,6. Im Magen fand er 66,3 bis 68,7 Proc. Bei Menschen fand E. Ruge in den Dickdarmgasen nach Fleischkost Stickgas als vorwiegenden Bestandtheil bis zu 64,4 Proc. am Wenigsten bei Nahrung mit Hülsenfrüchten: 10,6 Proc.

Zustände des Stickstoffs im Organismus.

Zustände des Stickstoffs im Organismus. In den Lungen und dem Nahrungsschlauch ist der Stickstoff gasförmig enthalten, im Blute dagegen ist er absorbirt. Das Absorptionsvermögen des Blutes für Stickgas ist bedeutender wie das des Wassers, doch immerhin noch gering. Der Absorptionscoëfficient ist nicht genau bestimmt. Auch darüber, ob der Stickstoff einfach absorbirt ist, fehlen genauere Untersuchungen, doch wird es durch die Versuche von L. Meyer wahrscheinlich gemacht. Welcher Blutbestandtheil die Absorption des Stickstoffs vorzugsweise vermittelt, ob das Serum oder die Blutzellen ist ebenfalls noch unentschieden.

Ursprung und Austritt.

Ursprung und Austritt des Stickstoffs. Der Stickstoff der Lungen und Respirationsgase stammt von der atmosphärischen Luft.

Der Stickstoff der Magen- und Darmgase stammt zum Theil jedenfalls von der mit den Nahrungsmitteln verschluckten atmosphärischen Luft; allein da man im Dickdarm in der Regel mehr findet wie im Dünndarm, so muss sich ein anderer Theil entweder vom Blute oder von chemischen Umsetzungen herleiten. Aus dem Körper tritt der Stickstoff durch Lunge, Haut und Darm. Die Ausscheidung durch die Haut ist aber gering.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist gänzlich unbekannt. Aus dem Umstande, dass er in den Athmungsgasen durch ein gleiches Volumen Wasserstoffgas ohne Beeinträchtigung der Respiration ersetzt werden kann, dürfte wohl der Schluss gerechtfertigt erscheinen, dass der Stickstoff auch im physiologischen Sinne indifferent und seine Bedeutung eine mehr negative sei.

Literatur: Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. VII, S. 1. — Magnus: Poggendorff's Ann. Bd. XL u. LXVI. — Chevreul: Noveau bullet. de la soc. philomat. Juillet 1816. — Regnault u. Reiset: Compt. rend. T. XXVI. — L. Meyer: Henle u. Pfeufer's Zeitschr. N. F. Bd. VIII. — Planer: a. a. O. — E. Ruge: a. a. O.

Kohlensäuregas.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Kohlensäure ist ein Bestandtheil des in den Lungen und ihren Verzweigungen enthaltenen Gasgemenges, und ebenso

in den Darmgasen enthalten. Absorbirt findet sie sich im Blute und ausserdem in den meisten thierischen Flüssigkeiten, wobei in Bezug auf einige der letzteren allerdings dahin steht, ob die durch physikalische Mittel daraus abscheidbare Kohlensäure darin frei oder in loser chemischer Verbindung enthalten ist. Die Menge der in den Lungengasen enthaltenen Kohlensäure ist so sehr abhängig von den respiratorischen Functionen, von der Tiefe der In- und Exspirationen, den Raumverhältnissen der Lungen und des Thorax u. s. w., dass hier keine allgemein gültigen Zahlen ermittelt werden können. Nach den Versuchen von Becher würde die in den Lungenbläschen enthaltene Luft etwa 8 Proc. Kohlensäure enthalten.

In 100 Raumtheilen des in dem Magen, dem Dünndarm, Dickdarm, Coecum und Rectum von Hingerichteten enthaltenen Gasgemenges fand Chevreul: im Magen 14; im Dünndarm 24,39, 40,00, 25,00; im Dickdarm 43,50, 70,00; im Coecum 12,50; im Rectum 42,86 Raumtheile Kohlensäure. Planer fand im Magen von Hunden 25,2 bis 32,9 Proc., im Dünndarm 38,8 bis 47,3 Proc., endlich im Dickdarm 65,1 bis 98,7 Proc., E. Ruge in den Dickdarmgasen von Menschen 8,4 bis 38,4 Proc.

Zustände der Kohlensäure im Organismus.

Zustände der Kohlensäure im Organismus. Wenn wir hier von den Zuständen der Kohlensäure im Organismus sprechen, so handelt es sich zunächst um die im Blute absorbirte, denn in den Lungen und im gasförmigen Inhalte des Nahrungsschlauches ist die Kohlensäure natürlich einfach als Gas den übrigen Gasen beigemengt und in welchem Zustande sie, abgesehen vom Blut, in den übrigen thierischen Flüssigkeiten enthalten ist, darüber sind genauere Untersuchungen nicht angestellt. Aus den zahlreichen und mühevollen über die Zustände der Kohlensäure im Blute angestellten Untersuchungen, deren Resultate sich leider in Folge der angewandten Methoden nicht selten geradezu widersprechen, lässt sich über die Zustände der Kohlensäure im Blute leider kein sicherer Schluss ziehen. Man bezeichnete bisher als einfach diffundirte Kohlensäure diejenige, die aus dem erwärmten Blute durch physikalische Mittel, d. h. durch Auspumpen in das Vacuum übergeführt werden konnte, während man die auf diesem Wege nicht, wohl aber nach Zusatz von Säuren zu entfernende chemisch-gebunden nannte. Nun fand Lothar Meyer bei derartigen Versuchen, dass die Menge der ersteren etwas grösser sei, wie jene der letzteren, während Setschenow beobachtete, dass bei seiner Methode das Blut zu entgasen, nur ein ganz kleiner Rest der Blutkohlensäure durch Auspumpen ohne Zusatz von Säure nicht entfernt werden könne und sich die sogenannte diffundirte zur chemisch-gebundenen etwa wie 10 : 1 verhalte. Preyer und noch bestimmter Pflüger kamen aber nun in neuerer Zeit zu dem Resultate, dass unter Mitwirkung der Blutzellen die sämmtliche Blutkohlensäure durch Auspumpen in das trockene Vacuum ausgetrieben werden könne, so dass Säurezusatz nachher gar keine Entbindung von Kohlensäure mehr zur Folge hat; ja Pflü-

Im Blute ist die Kohlensäure wahrscheinlich zum Theile lose, zum Theile innig er chemisch gebunden enthalten.

ger hat sogar gefunden, dass das im Vacuum behandelte gasfreie tiefschwarze Blut aus kohlensaurem Natron Kohlensäure austreibt. Wenn es den früheren Beobachtern nicht gelang, sämmtliche Kohlensäure in das Vacuum zu treiben, so rührte dies, wie Pflüger zeigte, davon her, weil der aus dem Blute ausgetriebene Wasserdampf das Entweichen der Kohlensäure erschwert, das feuchte Vacuum sich daher nicht als Vacuum gegenüber der Kohlensäure verhält. Pflüger hat ferner gefunden, dass das Blut während des Auspumpens fortwährend noch Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure neu erzeugt. Dabei findet eine fortwährende Zersetzung der Blutzellen statt; da nun, wie Hoppe-Seyler zeigte, bei der freiwilligen Zersetzung des Hämoglobins mehrere freie Säuren auftreten, so ist hierin für die von Pflüger beobachtete Zerlegung kohlensaurer Alkalien durch entgastes Blut eine hinreichende Erklärung gegeben. Unter solchen Verhältnissen kann natürlicherweise die Thatsache, dass durch Auspumpen sämmtliche Blutkohlensäure mehr oder weniger leicht ausgetrieben werden kann, keinen Beweis dafür abgeben, dass ein Theil derselben oder die gesammte im Blute nur einfach diffundirt sei und wir müssen uns für die Erledigung dieser Frage nach anderem Material umsehen. Preyer hat in jüngster Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass Lösungen von phosphorsaurem Natron, Natronbicarbonat, Rinderharn und Blutserum ihre alkalische Reaction einbüssen, wenn man Kohlensäure in ihnen auflöst; würden sie ausser ihrer chemisch-gebundenen Kohlensäure auch noch einfach diffundirte enthalten, so könnten sie überhaupt nicht alkalisch reagiren und so lange dieselben Kohlensäure noch chemisch binden können, kann von einer einfachen Absorption derselben keine Rede sein. Da wir nun wissen, dass, wenn nicht sämmtliche, so doch der bei Weitem grösste Theil der Blutkohlensäure vom Blutplasma beherbergt wird, so liegt die von Preyer ausgesprochene Vermuthung allerdings nahe, dass man es im Blute überhaupt nur mit chemisch-gebundener Kohlensäure zu thun habe.

Auch für die Beantwortung der Frage, von welchem Blutbestandtheile die chemische Attraction auf die Kohlensäure ausgeübt werde, liegt experimentelles Material vor. Pagenstecher, Marchand und Liebig zeigten, dass Lösungen des sogenannten officinellen phosphorsauren Natrons: $2 NaO, HO, PO_5 + 24$ aq. bedeutend mehr Kohlensäure aufnehmen wie reines Wasser oder Kochsalzlösungen und dieselbe auch schwerer wieder abgeben; Fernet, welcher diese Thatsache ebenfalls bestätigte, gab derselben einen präcisen Zahlenausdruck durch die Angabe, dass Lösungen des phosphorsauren Natrons obiger Formel, abgesehen von den einfach absorbirten Kohlensäuremengen, vermöge chemischer Anziehung auf je 1 Aeq. Phosphorsäure des Salzes 2 Aeq. Kohlensäure binden und Preyer hat endlich die Existenz eines derartigen Salzes wahrscheinlich gemacht. Zwar haben Heidenhain und L. Meyer bei der Wiederholung der Fernet'schen Versuche gefunden, dass die Fernet'schen Zahlen nur für sehr verdünnte Lösungen des Salzes (unter

1 Proc. des krystallisirten Salzes) gültig sind, während bei concentrirteren Lösungen die chemisch-gebundenen Kohlensäuremengen rasch abnehmen, allein durch die Versuche von Schöffer und Preyer ist es wenigstens für Hundeblut ausser Zweifel gestellt, dass hier die gegebenen Mengen der phosphorsauren Alkalien derartige sind, dass auf sie die Fernet'sche Regel unbedenklich angewendet werden kann. Zieht man endlich noch die von Schöffer ermittelte Thatsache in Betracht, dass im Allgemeinen der Kohlensäuregehalt des Blutes dem Gehalte desselben an phosphorsauren Alkalien proportional ist, so hat man Gründe genug für die Annahme, dass die chemische Anziehung für die Kohlensäure von den phosphorsauren Alkalien des Serums ausgeübt wird und zwar um so gewichtigere, als Versuche zeigten, dass die von phosphorsaurem Natron gebundenen Kohlensäuremengen, ähnlich wie das beim Blute der Fall ist, nicht allein durch Aufhebung des Drucks, sondern auch durch andere Gase, z. B. durch Wasserstoff, wieder ausgetrieben werden können. Da L. Meyer und Fernet übereinstimmend gefunden haben, dass Lösungen einfach kohlensaurer Alkalien so viel Kohlensäure unabhängig vom Druck absorbiren, als ihre Ueberführung in Bicarbonate theoretisch voraussetzt, dass sie aber ausserdem noch Kohlensäure in einem Verhältnisse aufnehmen, welches dem Absorptionscoëfficienten der Lösung für gegebenen Druck entspricht, so könnte man mit Rücksicht darauf sich auch die kohlensauren Alkalien des Blutserums bei der Absorption der Kohlensäure betheiligt denken; dagegen sprechen aber die alkalische Reaction des Blutserums, so wie der Umstand, dass phosphorsaures Natron, welches unzweifelhaft im Blute vorkommt und doppeltkohlensaures Matron in Lösung nebeneinander nicht bestehen können. Preyer ist der Meinung, dass es sich im Blute um lose: an Natriumphosphat — und um inniger gebundene: als einfach kohlensaures Natron vorhandene Kohlensäure handle.

Die chemische Anziehung für die Kohlensäure im Blute wird wahrscheinlich von den phosphorsauren Alkalien des Serums ausgeübt.

Ursprung der Kohlensäure. Die im Thierkörper vorkommende Kohlensäure wird demselben nur zum geringsten Theile von aussen durch die atmosphärische Luft, in Nahrung und Getränken zugeführt, der grösste Theil derselben stammt von im Körper vor sich gehenden chemischen Umsetzungen, als deren eines Endproduct sie erscheint, wenn es sich dabei um Oxydationsvorgänge handelt. In der That ist sie eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose, wie wir bereits im vorigen Abschnitte ausführlich erörtert haben. Die aufgeworfene Frage, wo der Heerd der Bildung der Kohlensäure zu suchen sei, ist eine ganz müssige, wenn man berücksichtigt, dass überall im Körper chemische Umsetzungen vor sich gehen, die zur Bildung von Kohlensäure Veranlassung geben können. Dass das Blut und die Gewebe es sind, wo chemische Umsetzungen und namentlich auch Oxydationsprocesse vorzugsweise stattfinden, kann nach den gegebenen Beziehungen derselben kaum bezweifelt werden, allein man darf sich dies nicht etwa so denken, dass der Sauer-

Ursprung der Kohlensäure im Organismus.

sie ist eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose.

stoff direct an den Kohlenstoff der unmittelbaren Blut- und Gewebsbestandtheile trete und damit Kohlensäure bilde, sondern man muss stets des bereits wiederholt hervorgehobenen Umstandes eingedenk sein, dass die Kohlensäure das Endglied einer ganzen Reihe chemischer Umsetzungen ist. Auch dürfte zu berücksichtigen sein, dass keine Nöthigung vorliegt, die Kohlensäure ausschliesslich von Oxydationsvorgängen herzuleiten, denn es kann die Möglichkeit, dass ein Theil derselben von Spaltungsvorgängen stammt, nicht in Abrede gestellt werden. Ueber die Bildung der Kohlensäure der Darmgase lassen sich wohl Vermuthungen aussprechen, aber entschieden ist darüber nichts. Obgleich es sehr wohl möglich ist, dass ein Theil dieser Kohlensäure aus dem Blute stammt, und von den Capillaren aus in den Nahrungsschlauch tritt, so kann ein anderer Theil oder vielleicht auch wohl die Gesammtmenge derselben von chemischen Processen herrühren, die in Folge der Wechselwirkung zwischen Speisebrei und Magen- und Darmsecreten und in Folge der Gährung der Excremente stattfinden (Planer).

Austritt der Kohlensäure.

Austritt der Kohlensäure aus dem Organismus. Die Hauptausgangspforte für die Kohlensäure des thierischen Organismus sind die Lungen, doch tritt dieselbe auch durch Haut und Darm aus. Indem wir auf die Kohlensäureausscheidung bei der Respiration zurückkommen werden, machen wir hier nur darauf aufmerksam, dass der Kohlensäuregehalt der exspirirten Luft über 100 mal grösser ist, wie der der inspirirten. Während die inspirirte, d. h. die atmosphärische Luft, etwa 0,04 Proc. Kohlensäure dem Volumen nach enthält, enthält die von einem gesunden Manne bei ruhiger Respiration ausgeathmete Luft durchschnittlich 4,33 Volumprocente Kohlensäure. Ueber die absoluten Mengen von Kohlensäure, die einerseits durch die Lungen und andererseits durch die Haut ausgeschieden werden, fehlt es zwar an genauen Beobachtungen, doch steht so viel fest, dass die durch die Lungen austretenden Kohlensäuremengen viel bedeutender sind, wie die durch die sogenannte Hautathmung austretenden.

Physiologische Bedeutung

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Kohlensäure ergiebt sich aus dem Mitgetheilten von selbst. Sie hat die Bedeutung eines Auswurfsstoffes und es kann von einem anderen Nutzen, will man sich nicht in teleologische Phrasen verlieren, nicht die Rede sein. Die im Körper gebildete Kohlensäure wird fort und fort ausgeschieden und die Regelmässigkeit ihrer Ausscheidung ist eine der Bedingungen des thierischen, aber gleichzeitig eine der Bedingungen des pflanzlichen Lebens, wie im ersten Abschnitte bereits erläutert wurde. Kohlensäure und Sauerstoff sind sich in ihrer Wirkung auf das Blut geradezu entgegengesetzt, Austreibung der Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff ist das Hauptmoment der Respiration und der Arterialisation des Blutes. Die günstigste Bedingung einer raschen und vollkommenen Bildung des

ist die eines Auswurfsstoffes.

Physiologische Folgerungen.

arteriellen Blutes und damit der Kohlensäureausscheidung ist ein schneller und regelmässiger Wechsel der Luft in den Lungenbläschen, wie er durch eine ungehemmte Respiration bei richtiger Luftqualität vermittelt wird. Enthält aber die Luft, die geathmet wird, einen Ueberschuss von Kohlensäure, so treten bei einem gewissen Procentgehalte an selber Symptome ein, wie sie sich bei der Anwendung narkotischer Gifte zeigen; es wird durch einen Ueberschuss des Athmungsraumes an Kohlensäure die Kohlensäureausscheidung gehemmt. Die Erfahrung, dass Thiere beim Einathmen von reinem kohlensauren Gase viel rascher sterben, wie im Stickgase oder Wasserstoffgase, scheint darin seine Erklärung zu finden, dass in einer Atmosphäre von Kohlensäure das Blut keine Kohlensäure abgiebt, sondern im Gegentheil proportional dem Drucke noch aufnimmt. Wenn die eingeathmete Luft dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie die ausgeathmete, so wird der Zweck der Respiration nicht mehr erfüllt, es treten bald Erstickungszufälle, ja der Tod ein, der hier einerseits die Folge des verminderten Sauerstoffgehaltes und andererseits der vermehrten Kohlensäure sein könnte, aber nach den Versuchen von W. Müller wohl hauptsächlich auf die letztere Ursache zurückzuführen ist. W. Müller fand nämlich, dass der Tod der Thiere in einem Athmungsraume erfolgt, der überschüssige Kohlensäure enthält, auch wenn der Sauerstoffgehalt noch gleich dem der Atmosphäre ist und dass, sofern kein Ueberschuss von Kohlensäure vorhanden ist, der Sauerstoffgehalt der Athmungsluft bis auf $^{1}/_{3}$ des normalen herabgedrückt sein kann, ohne einen wesentlichen Einfluss auf die Vorgänge der Respiration auszuüben. Doch sind diese aus Versuchen an Thieren gezogenen Schlüsse nur mit grosser Vorsicht auf die analogen Verhältnisse beim Menschen zu übertragen. Lavoisier und Seguin fanden, dass der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft, wenn dieselbe noch einmal eingeathmet wird, bis zu 10 Proc. vermehrt werden kann, darüber hinaus aber nahm ihre Menge nicht mehr zu, auch wenn das Athmen fortgesetzt wurde, was aber nur kurze Zeit ging.

Diesen Kohlensäuregehalt einer Luft hält man so ziemlich allgemein für die Grenze, von welcher an das Leben eines Menschen gefährdet ist, obgleich 1 Proc. Kohlensäure in der Luft schon merkliches Unbehagen veranlasst und 0,1 Proc. nach Pettenkofer die Grenze zwischen sogenannter guter und schlechter Luft bezeichnet, insofern jede Luft, die mehr wie 0,1 Proc. Kohlensäure enthält, auf jeden an Reinlichkeit gewöhnten Menschen bereits den Eindruck einer verdorbenen Luft macht, weil eben mit dem Kohlensäuregehalte der Luft auch ihr Gehalt an von der Perspiration der Menschen stammenden organischen Dämpfen zunimmt. Das Unbehagen, welches man in überfüllten Versammlungssälen fühlt, in welchen bei ungenügender Ventilation der Kohlensäuregehalt der Luft $2^{1}/_{2}$mal so gross sein kann, wie in normaler, — namentlich wenn noch viele Lichter brennen, wie in Theatern, — die Gefährlichkeit des Schlafens in Zimmern, in welchen sich Pflanzen befinden, die bei Nacht Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen, all dies ist auf den ver-

mehrten Kohlensäuregehalt der Luft zum Theil zurückzuführen, zum Theil aber wohl auch Folge anderweitiger Veränderungen der Luft welche mit der Vermehrung der Kohlensäure parallel gehen und sich darin um so mehr anhäufen, je öfter die Luft bereits in den Lungen der Athmenden verweilt hatte. Dasselbe gilt von einer anderen Erscheinung. die wegen ihrer praktischen Bedeutung für die Salubrität hier ebenfalls erwähnt werden soll, nämlich der Erscheinung, dass in neuerbauten und neubezogenen Häusern, auch wenn sie jahrelang der trocknenden Einwirkung der Luft ausgesetzt waren, sich nach dem Beziehen derselben Feuchtigkeit zeigt. Diese Feuchtigkeit rührt nicht von der nässenden Feuchtigkeit der Bausteine, sondern von dem im Mörtel enthaltenen trockenen Kalkhydrat her, welches die 24 Proc. Wasser, welche es in chemischer Verbindung enthält, als Feuchtigkeit abgiebt, weil es von der Kohlensäure der von den Menschen ausgeathmeten Luft ausgetrieben wird, indem diese Kohlensäure sich mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk verbindet. Durch Verbrennen von Holzkohlen in offenen Oefen bei geschlossenen Fenstern, vor dem Beziehen der Wohnräume neuer Häuser, lässt sich dieser Uebelstand wirksam beseitigen (Liebig). Für geschlossene Räume, Schiffe, Krankenzimmer, Schlafsäle u. s. w. lässt sich durch Anwendung von Kalkhydrat die fehlende Ventilation auf eine Zeitlang mit Nutzen ersetzen.

Literatur: Magnus l. c. — Chevreul l. c. — Andral u. Gavarret Compt. rend. 1843. N. 3. S. 113. — Valentin u. Brunner: Roser u. Wunderlich med. Vierteljahrsschr. Bd. II. S. 372. — Scharling: Annal. d. Chem. und Pharm. XLV. u. LVII. — Regnault u. Reiset l. c. — Becher: Züricher Mittheilungen 1855. — Chevreul l. c. — Lothar Meyer l. c. — W. Müller l. c. — Fernet l. c. — Liebig: Chem. Briefe. II. Bd. 4te Aufl. Pagenstecher: Buchner's Repert. [2] XXII. S. 318. Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXXVII. S. 321. — Liebig: Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. LXII. S. 349. — Planer l. c. — E. Ruge l. c. — Setschenow: Wiener akad. Sitzungsber. math.-naturw. Cl. Bd. XXXVI. S. 293. — Zeitschr. f. rat. Med. Bd. X. S. 101. 285. — A. Schöffer: Wiener akad. Sitzungsber. math.-naturw. Cl. Bd. XLI. S. 519. — R. Heidenhain u. L. Meyer: Ueber das Verhalten der Kohlensäure gegen Lösungen von phosphorsaurem Natron. Studien des phys. Instituts zu Breslau II. S. 103. Ann. d. Ch. u. Ph. Suppl. II. 1862. 63. S. 157. — Holmgren: Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. XLVIII. Dec. 1862. — W. Preyer: Wiener akad. Sitzungsber. math.-naturw. Cl. Bd. XLIX. 1863. — Derselbe: Centralbl. für die med. Wissensch. 1866, S. 321. — E. Pflüger: Ueber die Kohlensäure des Blutes, Bonn 1864. — Fr. Hoppe-Seyler: Centralbl. für die med. Wissensch. 1865. S. 65. — M. Pettenkofer: Artikel Ventilation im Handwörterbuch der reinen u. angewandten Chemie von Liebig, Poggendorff und Wöhler. Bd. IX. S. 140 u. ff.

Leichtes Kohlenwasserstoffgas, Grubengas.

Findet sich hauptsächlich in den Darmgasen.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas oder Grubengas findet sich in nur sehr geringer Menge im Thierorganismus vor. Eine ausserordentlich kleine nicht wägbare Menge dieses Gases soll nach Regnault in der

Ausathmungsluft vorkommen, etwas mehr davon wurde in den Darmgasen des Dickdarms gefunden. Chevreul fand 5,5 bis 11,6 Proc. im Dickdarm und 11,2 im Coecum. Leuret und Lassaigne, Vauquelin und Chevillot fanden es in den Darmgasen bei Thieren. Pettenkofer fand es neben Wasserstoffgas in den sämmtliche gasförmige Ausscheidungen umfassenden Gasen eines mit Fleisch und Zucker oder Amylum gefütterten Hundes und E. Ruge fand es als constanten Bestandtheil der Dickdarmgase des Menschen, in besonders reichlicher Menge bei Nahrung mit Hülsenfrüchten (bis zu 55,9 Proc.), während bei Milchnahrung das Grubengas in einem Falle nur 0,9 Proc. betrug, in einem anderen aber ganz fehlte. Weder E. Ruge noch Planer konnten übrigens in den Dickdarmgasen von Hunden Grubengas nachweisen. In einem Fall von Zellgewebsemphysem will es Bally in reichlicher Menge beobachtet haben. Dass die Bildung dieses Gases auf chemische Processe der Zersetzung von Körperbestandtheilen zurückgeführt werden müsse, leuchtet ein, welcher Art aber diese Processe sind, ist gänzlich unbekannt.

Literatur: Regnault u. Reiset l. c. M. Pettenkofer: Münch. akad. Sitzungsber. 1862. II. S. 162. Planer l. c. E. Ruge l. c. Bally: Arch. général de méd. T. XXV. 1831. p. 129. Vergl. die ältere Literatur bei Berzelius. Lehrb. d. Chem. Bd. IX. 4te Aufl. S. 338 u. ff.

Schwefelwasserstoffgas.

Ist ebenfalls ein zufälliger Bestandtheil des Körpers.

Auch das Schwefelwasserstoffgas ist ein mehr zufälliger Bestandtheil des Thierkörpers. Von diesem Gase sollen sich nach Regnault Spuren in der Ausathmungsluft vorfinden, stammen aber dann wahrscheinlich nicht aus den Lungen, sondern aus der Mundhöhle und von fauliger Zersetzung von Speiseresten. Einen ähnlichen Ursprung hat auch wohl die geringe Menge Schwefelwasserstoffgas, welche man in den Darmgasen gefunden hat (Magendie, Chevreul, Planer, E. Ruge). Die beiden Letztgenannten wiesen überdies nach, dass Schwefelwasserstoff und Kohlensäure die Hauptgährungsgase des Dickdarminhalts bei Fleischkost seien und Planer ermittelte ausserdem die wichtige Thatsache, dass zwischen Blut- und Darmgasen eine sehr rasche Diffusion stattfindet und namentlich Schwefelwasserstoff sehr rasch ins Blut übertritt. Der nähere Modus seiner Bildung ist unbekannt, doch sind die Möglichkeiten hier weniger zahlreich wie beim Sumpfgase. Es stammt nämlich jedenfalls von Schwefelverbindungen, und zwar könnte es in Folge von Zersetzungen der Albuminate, der schwefelhaltigen Galle (Taurocholsäure), der schwefelhaltigen Derivate der Albuminate ebensowohl, wie auch durch Reductionen schwefelsaurer Salze entstehen. Auf einen ähnlichen Ursprung muss der Schwefelwasserstoffgehalt des Eiters fauliger Abscesse zurückgeführt werden, wo dann dieses Gas als eigentliches Fäulnissproduct auftritt.

Literatur: Vgl. Berzelius, Lehrb. d. Chemie Bd. IX. 4te Aufl. S. 338 u. ff. Planer l. c. E. Ruge l. c. Regnault u. Reiset l. c.

b. Wasser.

Vorkommen.

Von allen Bestandtheilen des Thierkörpers ist das Wasser derjenige, welcher die uneingeschränkteste Verbreitung zeigt. Abgesehen von den thierischen Flüssigkeiten, welche ihren flüssigen Aggregatzustand dem Wasser, welches sie führen, verdanken, ist dasselbe auch ein Bestandtheil aller Organe und Gewebe, den Schmelz der Zähne nicht ausgenommen. Der „festweiche" Zustand, welcher die Organe und Gewebe des Thierkörpers meist charakterisirt und der ihnen ihr physikalisches und anatomisches Gepräge verleiht, ist von ihrem Wassergehalte abhängig und davon, dass das Wasser hier nicht als Lösungsmittel, sondern als Imbibitionsstoff in Betracht kommt, der, die organisirte Materie durchdringend, durch eine eigenthümliche Anziehung von ihr zurückgehalten wird.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Der Wassergehalt des Thierkörpers ist im Allgemeinen ein sehr bedeutender und beträgt im Ganzen etwas mehr wie die Hälfte des Gesammtgewichts desselben, etwa 59 Proc. Bei dem Embryo stellt sich der Wassergehalt noch höher, sinkt aber beim Neugeborenen und jungen Thiere allmählich herunter, während mit der Entwickelung desselben der Gehalt an festen Stoffen eine fortwährende Steigerung erfährt und zwar bis zur Höhe des freien Wachsthums. Aus zahlreichen Untersuchungen von v. Bezold geht ferner hervor, dass jedes Thierindividuum einen für seine Art und sein Alter typischen Wassergehalt zeigt, der überdies von der anatomischen Constitution, der Entwickelung und dem Wachsthum der Thiere abhängig erscheint. Der Wassergehalt der verschiedenen Organe, Gewebe und Flüssigkeiten ist natürlich ein sehr verschiedener, wie aus nachfolgender Zusammenstellung des Wassergehaltes einiger derselben sich ergiebt.

In 1000 Gewichtstheilen sind enthalten:

	Wasser	Feste Stoffe
Zahnschmelz	2	998
Zähne	100	900
Knochen	220	780
Fett	299	701
Elastisches Gewebe	496	504
Knorpeln	550	450
Leber	693	317
Rückenmark	697	303
Haut	720	280
Gehirn	750	250
Muskeln	757	243
Milz	758	242
Thymus	770	230
Nerven	780	220
Blut	791	209
Herz	792	208
Zellgewebe	796	204

Nieren	827	173
Galle	864	136
Milch	891	109
Chylus	928	72
Schleim	934	66
Lymphe	983	17
Humor vitreus	987	13
Cerebrospinalflüssigkeit	988	12
Speichel	995	5
Schweiss	995	5

Nach den Bestimmungen von E. Bischoff, welchen obige Zahlen theilweise entnommen sind, besteht der Körper des erwachsenen Menschen aus 58,5 Proc. Wasser und 41,5 Proc. festen Stoffen, jener des Neugeborenen aus 66,4 Proc. Wasser und 33,6 Proc. festen Stoffen. Der Letztere ist im Ganzen und in seinen einzelnen Theilen durchgängig wasserreicher.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass auch der Wassergehalt der einzelnen Gewebe und Organe gewissen Schwankungen unterworfen ist und dass daher obige Zahlen nur das ungefähre mittlere Verhältniss ausdrücken sollen.

Abgesehen von dem flüssigen Wasser, kommt im Organismus auch Wasserdampf vor und zwar insbesondere in der Lungen- und Bronchialluft. Die Exspirationsluft ist meist mit Wasserdampf nahezu gesättigt und es werden auf diesem Wege nicht unbeträchtliche Wassermengen aus dem Körper entfernt.

Zustände des Wassers im Organismus.

Zustände des Wassers im Organismus. Das Verhalten des Wassers im Organismus zeigt manches Eigenthümliche, was zu seiner physiologischen Bedeutung in naher Beziehung steht. Vor Allem ist hier zu erwähnen, dass es Gewebe und Organe giebt, in welchen der Wassergehalt den Gehalt an festen Stoffen bei Weitem überwiegt, ohne dass sie dadurch flüssig würden, ja es giebt sogar festweiche Organe, deren Wassergehalt grösser ist, wie der mancher thierischen Flüssigkeiten, wie z. B. die Nieren, deren Wassergehalt grösser ist, wie der des Blutes. Es ergiebt sich daraus, dass hier das Wasser andere Beziehungen darbieten müsse, wie in den thierischen Flüssigkeiten, in welchen es mehr oder weniger die Rolle eines Lösungsmittels spielt. Dass auch hier übrigens Besonderheiten stattfinden, geht daraus hervor, dass die Consistenz derartiger Flüssigkeiten keineswegs immer von ihrem Wassergehalte, sondern vielmehr von der Natur der gelösten Stoffe abhängig erscheint. So sind Schleim, Sperma, Galle dickliche Flüssigkeiten und doch ist ihr Wassergehalt bedeutender wie der des Blutes. Der Zustand endlich, in welchem das Wasser in festweichen Organen und Geweben enthalten ist, entbehrt jeder Analogie im Mineralreiche. Das Wasser ist nämlich hier so innig an die organisirte Materie gebunden, dass derartige Organe durch blosse Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur nie trocken werden, indem immer ein Theil des Wassers zurückgehalten wird. Auch in

jenem Falle, wo sie ihr Wasser vollständiger verloren haben, können sie es ganz oder doch zum grossen Theile wieder aufnehmen. Es ist eine Eigenthümlichkeit der organisirten Materien und der der Organisation fähigen organischen Verbindungen, eine ihr eigenes Gewicht weit übersteigende Menge Wassers aufnehmen zu können, ohne ihren festweichen Zustand dadurch einzubüssen. Wenn wir diese Eigenschaft auch auf den Begriff der Imbibition zurückführen müssen, so dürfen wir dabei nicht vergessen, dass es kein reines Wasser ist, welches imbibirt erscheint, sondern Wasser, welches verschiedene anorganische und organische Stoffe aufgelöst hält. So wenig das im Mineralreiche vorkommende Wasser reines Wasser sein kann, weil es mit der Erde in Berührung, aus dieser vermöge seiner Eigenschaft als allgemeinstes Lösungsmittel immer eine gewisse Menge von Stoffen aufnimmt, ebenso wenig kann es das im Thierkörper vorkommende sein, denn auch hier findet es auf seinen Wegen theils organische, theils anorganische Stoffe, die es aufnimmt, ganz abgesehen davon, dass es selbst als Getränk dem Organismus schon als Brunnenwasser, d. h. als Wasser mit einem gewissen Salz- und Gasgehalte, zugeführt wird. Es kann nicht bezweifelt werden, dass davon die Imbibitionsfähigkeit wesentlich beeinflusst wird, wenngleich die Gesetze dieses Einflusses noch nicht ermittelt sind. Die Beobachtung lehrt, dass viele Gewebe von reinem Wasser mehr imbibiren können, als sie im normalen Zustande enthalten und dann ihr Volumen vergrössern. In Salzlösungen dagegen von einer gewissen Concentration gelegt, geben sie Wasser ab und vermindern dadurch ihr Volumen.

Abstammung des Wassers.

Abstammung des Wassers im Organismus. Bei Weitem der grösste Theil des im Thierkörper vorkommenden Wassers wird demselben von Aussen als solches durch Getränke und Speisen zugeführt, ein kleinerer Theil desselben aber wird erst im Körper gebildet, denn nur so lässt es sich erklären, warum, wie dies aus mehrfachen Beobachtungen hervorgeht, die Menge des aus dem Organismus ausgeschiedenen Wassers jene des von Aussen aufgenommenen bei gleichbleibendem Körpergewichte übertreffen kann und eine weitere Bestätigung findet diese Annahme in der Thatsache, dass in dem Respirationsprocesse die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ihrem Volumen nach gewöhnlich nicht gleich, sondern kleiner ist, als das Volumen des in das Blut übergegangenen eingeathmeten Sauerstoffs. Die Kohlensäure enthält bekanntlich ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff. Wenn demnach der in das Blut aufgenommene Sauerstoff nur zur Bildung von Kohlensäure im Organismus verwendet würde, so müsste ein dem verbrauchten Sauerstoffvolum gleiches Kohlensäurevolum austreten. Die so scheinbar im Respirationsprocesse verschwindenden 10 bis 25 Proc. Sauerstoff müssen daher eine andere Verwendung finden und wenn man berücksichtigt, dass der Wasserstoff der organischen Körperbestandtheile ebenso gut umgesetzt wird, wie der Kohlenstoff, so erscheint es als das Nächstliegende, anzunehmen,

dass der grösste Theil dieses Sauerstoffs zur Ueberführung des Wasserstoffs der umgesetzten Gewebsbestandtheile in Wasser verwendet wird. Aber auch hier haben wir diesen Vorgang nicht etwa so aufzufassen, als ob der Sauerstoff den Wasserstoff der organischen Gewebsbestandtheile unmittelbar und sofort zu Wasser oxydirte, sondern es ist vielmehr das gebildete Wasser als das Endproduct einer Reihe durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs vermittelter chemischer Umsetzungen anzusehen, sowie die Kohlensäure ihrerseits ein solches Endproduct ist. Dafür, dass eine solche Wasserbildung im Organismus stattfindet, spricht auch noch das Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fettes bei Hungernden. Die Thatsache, dass Thiere im Zustande des Winterschlafs an Gewicht zunehmen, mag darin ebenfalls ihre Erklärung finden (Liebig). Die Möglichkeit, dass ein anderer Theil des im Organismus gebildeten Wassers von Spaltungsvorgängen und Wechselzersetzungen organischer Verbindungen stamme, wobei ja so häufig Wasser ausgeschieden wird, ist natürlich dadurch nicht ausgeschlossen, allein es fehlen uns für diese Art von Bildung alle weiteren positiven Anhaltspunkte.

Austritt des Wassers.

Austritt des Wassers aus dem Organismus. Das Wasser wird durch Nieren, Haut, Lungen und Darm ausgeschieden. Durch die Nieren mit dem Harn, durch die Haut als Schweiss und gasförmige Hauttranspiration, durch die Lungen als der Exspirationsluft beigemischter Wasserdampf, durch den Darm endlich mit den Excrementen. Die mit dem Harn täglich austretende Wassermenge beträgt etwa die Hälfte der gesammten, doch sind die Mengen des den Körper in einer gegebenen Zeit verlassenden Wassers sehr wechselnd und abgesehen von dem aufgenommenen Wasser auch abhängig von individuellen Zuständen, was ganz besonders von der Ausscheidung durch die Haut gilt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die Gegenwart des Wassers im Organismus ist eine der wesentlichsten Lebensbedingungen. Seine physiologische Bedeutung im Einzelnen gewinnt es durch folgende Momente: 1) Das Wasser ist das allgemeine Auflösungsmittel der im Thierkörper gelöst vorkommenden Stoffe und dadurch der Vermittler aller Bewegung der Atome im physikalischen und chemischen Sinne, der chemischen Wechselwirkungen, des Platzwechsels und der Fortbewegung. 2) Das Wasser ist Imbibitionsstoff; als solcher bedingt es den eigenthümlich festweichen Zustand der Organe und Gewebe, ihre Elasticität, ihre Ausdehnbarkeit, ihre Durchsichtigkeit; in Folge einer eigenthümlichen Adhäsion überzieht es selbe nicht nur an ihrer Oberfläche, sondern es dringt durch Poren auch in das Innere derselben; dadurch wird die Permeabilität der Organe und Gewebe für wässerige Lösungen der verschiedensten Stoffe vermittelt und auch ihre elektrische Leitungsfähigkeit beeinflusst. 3) Durch seine Verdunstung, wie sie in der Haut, den Lungen so lange vor sich geht, als der den Körper umgebende Luftraum nicht schon mit Wasserdampf gesättigt ist, werden beträchtliche Mengen von Wärme latent, d. h. es wird dem Körper auf diesem Wege fortwährend Wärme

entzogen, das Wasser ist demnach ein Abkühlungsmittel, und insofern es vermittelst besonderer Apparate bald mehr, bald weniger abkühlt, ein Wärmeregulator.

Physiologische Folgerungen.

Aus diesem Verhalten des Wassers im Organismus ergeben sich die physiologischen und praktischen Folgerungen von selbst. Da die Integrität der Gewebe, Organe und thierischen Flüssigkeiten von einem gewissen Wassergehalte derselben, der nur innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankt, abhängig erscheint, aber täglich an der Körperoberfläche und ebenso durch die Oberfläche der Lungen beträchtliche Mengen Wassers verdunsten und ausserdem bedeutende Mengen mit dem Harn und den Excrementen entleert werden, — so muss dieser Verlust durch Zufuhr von Aussen wieder ausgeglichen werden. Das Gefühl, welches uns dazu antreibt, ist der Durst und die Ausgleichung erfolgt durch Getränke und Speisen. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, dass mit der Steigerung des Wasserverlustes auch das Bedürfniss nach dem Ersatze wachsen muss und es erklärt sich hieraus zur Genüge, warum starke und anhaltende Körperbewegungen, bei welchen der Stoffwechsel überhaupt, namentlich aber die Wasserausscheidung durch Haut, Lungen und Nieren vermehrt ist, Durst hervorrufen. In noch höherem Grade ist dies der Fall, wenn die Körperbewegungen der Art sind, dass sie einen unmittelbaren Einfluss auf die reichliche Verdunstung von Wasser an der Oberfläche des Mundes, des Rachens und der Lungen ausüben. Daher der Durst nach lebhaftem Sprechen, Singen, Blasen von Blasinstrumenten u. s. w. Umgekehrt kann sich der Durst durch fortgesetzte Ruhe sehr vermindern, steigert sich aber andererseits durch aufregende Gemüthsbewegungen. Auch die Speisen üben einen grossen Einfluss auf das Eintreten des Durstes aus. Eine Steigerung des Durstes veranlassen alle trockenen und zähen Speisen, ferner alle solche mit herben oder scharfen Bestandtheilen, alle stark gesalzenen u. dgl. m. Diese erregen Durst, weil sie, viel Flüssigkeit zur Auflösung bedürfend, den Speichel und Magensaft schnell aufnehmen, weil sie einen unmittelbaren Reiz auf die Nerven des oberen Theils des Nahrungsschlauches ausüben, oder auch wohl deshalb, weil ihre Ausscheidung aus dem Blute in den Secretionsorganen nur in Verbindung mit vielem Wasser erfolgen kann. Aus ähnlichem Grunde machen selbst gewisse Getränke, wie Thee, Kaffee, Branntwein u. s. w., Durst. Je wärmer und trockener die Luft ist, die wir einathmen, desto mehr Durst fühlen wir. Daher trinken die Bewohner der Tropenländer mehr als Nordländer, die Bewohner der gemässigten Zone mehr im Sommer wie im Winter. Darum fühlen wir sehr bald Durst in sehr warmen Zimmern, daher trinken Männer, die an starkem Feuer arbeiten müssen, mehr wie solche, die sich an kalter und feuchter Luft aufhalten, wie z. B. Fischer. Auch beim Besteigen hoher Berge tritt gewöhnlich Durst ein, was einerseits auf die Beschleunigung des Stoffwechsels, namentlich den Wasserverlust durch Schweiss und andererseits auf die Trockenheit der Luft zurückzuführen ist. Nach den Beobach-

Durst und seine Ursachen.

tungen von Volney und Larrey wird auch bei heftigem Winde, wo der rasche Luftwechsel dem Körper viel verdunstendes Wasser entzieht, namentlich wenn die Luft, wie in den Sandwüsten, trocken und heiss ist, der Durst auf empfindliche Weise vermehrt.

Die Gewohnheit hat auf das Ertragen des Durstes innerhalb gewisser Grenzen einen mächtigeren Einfluss, als auf den Hunger. Die Entbehrung von Getränken ist deshalb länger zu ertragen, wie die Entbehrung von festen Speisen, weil auch durch feste Speisen dem Blute eine gewisse Wassermenge zugeführt wird. Bei dem Durste hat man aber immer auch die örtlichen von den allgemeinen Erscheinungen zu trennen. Die dabei auftretende Trockenheit des Schlundes und der Mundhöhle entsteht in Folge des Verdunstens des auf ihren Oberflächen befindlichen Wassers, und deshalb nehmen die örtlichen Empfindungen zu auf alle Anlässe, welche jene Verdunstung befördern. Der Grund der allgemeinen Erscheinungen aber ist der verminderte Wassergehalt des Blutes, welcher veränderte Ernährungsverhältnisse aller Organe und namentlich auch der Nerven zur Folge hat. Deshalb vermögen wir durch Anfeuchtung des Mundes mit einigen Tropfen Wasser, oder durch Auflegung saftiger Früchte auf die Zunge das Durstgefühl zu mildern, aber nicht zu stillen, deshalb leiden Thiere, bei welchen die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen unterbunden sind, an erhöhtem Durst. Die Abhängigkeit der intensiveren Dursterscheinungen dagegen von dem geringeren Wassergehalt des Blutes beweist die vielfach constatirte Thatsache, dass von einer beliebigen Körperstelle her aufgenommenes Wasser den Durst zu vermindern oder sogar zu löschen im Stande ist. So verliert sich bei Menschen und Thieren der Durst durch Einspritzung von Wasser in den Mastdarm oder die Adern (Dupuytren, Orfila). Ebenso vermögen erfahrungsgemäss Bäder den Durst zu stillen. Schon wiederholt wurde die Eigenschaft der Haut, Wasser aufzunehmen, dazu benutzt, um Seeleute, denen es an süssem Wasser gebrach, gegen die Qualen des Durstes zu schützen. Die Entstehung des Durstes aus Wassermangel im Blute lehren auch die Beobachtungen von Bidder und Schmidt und H. Nasse, in welchen auf die Durchschneidung beider Vagi deshalb starker Durst erfolgte, weil in Folge der Lähmung des unteren Theils der Speiseröhre der verschluckte Speichel nicht in den Magen gelangte, sondern nach einiger Zeit wieder ausgebrochen ward.

So wie endlich die Durst verursachende Wirkung gewisser Speisen und Getränke durch reichlichere Wasserausscheidungen veranlasst scheint, so wirken gewisse Stoffe dadurch durstlöschend, dass sie die Wasserausfuhr beschränken. Dieses scheint namentlich von den verdünnten Säuren zu gelten.

Literatur: v. Bezold: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. VIII, S. 251. — Barral: Statique chim. des animaux. Paris 1850. — Liebig: Chem. Briefe. Bd. II, S. 37. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. Bd. I, S. 19. 2te Aufl. — Bidder u. Schmidt: Die Verdauungssäfte u. der Stoffwechsel. 1852. —

Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. 2te Aufl. S. 190. — E. Bischoff: Zeitschrift f. rat. Med. 3te R. Bd. XX, S. 75.

c. Salze.

Nachdem wir die allgemeinen physiologischen Beziehungen der anorganischen Salze des thierischen Organismus bereits S. 55 erörtert haben, können wir nun alsbald zur Einzelbetrachtung derselben übergehen, doch erscheint es zweckmässig, noch Einiges, was bei der allgemeinen Betrachtung keinen Platz fand, voranzuschicken.

Das, was man gewöhnlich Aschenbestandtheile des Thierkörpers nennt, fällt so ziemlich mit den Salzen zusammen, wenngleich die Zusammensetzung der Asche von Thierstoffen, d. h. des nach der Verkohlung derselben restirenden feuerbeständigen Rückstandes, keineswegs genau ausdrückt, in welcher Verbindungsform die anorganischen Stoffe im intacten Organismus enthalten sind. So wie der Wassergehalt des Thierorganismus ein typischer und nur innerhalb gewisser Grenzen schwankender ist und so wie dieser in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu den Entwickelungsphasen des Thieres steht, ebenso auch der Gehalt an Aschenbestandtheilen oder Salzen. Aus den Untersuchungen von Bezold geht nicht nur dieses hervor, sondern es ergiebt sich daraus auch, dass von einer gewissen Stufe der embryonalen Entwickelung des Thieres bis zur Vollendung der progressiven Entwickelungsperiode, der Gehalt der Thiere an Aschenbestandtheilen eine stetige, jedoch in den ersten Zeiträumen des selbstständigen vegetativen Lebens äusserst langsame Zunahme erfährt. Wir gehen nun zu den einzelnen der S. 53 aufgezählten Salze über.

Chlornatrium: Na Cl.

Ueber die mikroskopische Krystallform des Chlornatriums vergl.: Robin et Verdeil: Atlas Pl. I. Fig. 1, 2 u. 3, eine sehr vollständige und genaue Zusammenstellung der mikroskopischen Krystallisationen des Chlornatriums. Ferner: Funke: Atlas der physiologischen Chemie. 2te Aufl. T. II. Fig. 3.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Chlornatrium ist im Thierorganismus ausserordentlich verbreitet und nicht nur in allen thierischen Flüssigkeiten, sondern auch in allen Geweben und Organen enthalten. Von allen anorganischen Salzen kommt es in den thierischen Flüssigkeiten in grösster Menge vor, und es ist in hohem Grade bemerkenswerth, dass hier und insbesondere im Blute seine Menge eine ziemlich constante und von dem Kochsalzgehalte der Nahrung unabhängige ist. Auch die Vertheilung des Kochsalzes in den verschiedenen Körpertheilen ist eine sehr eigenthümliche. So ist es im Blute hauptsächlich im Blutplasma, d. h. in der Flüssigkeit enthalten, in welcher die Blutkörperchen suspendirt sind, während letztere nur sehr wenig oder kein Kochsalz enthalten. So sind im Chylus, Lymphe, Eiweiss der Eier bedeutende Mengen davon ent-

halten, während es im Safte des Muskelfleisches und einiger Drüsen und im Eidotter ausserordentlich zurücktritt. Durch ihren hohen Kochsalzgehalt ausgezeichnet sind Speichel, Magensaft, Schleim, Eiter und entzündliche Exsudate.

Zustände des Chlornatriums.

Zustände im Organismus. Der Zustand, in welchem sich das Chlornatrium im Organismus befindet, ist im Allgemeinen der einer einfachen Lösung und das Lösungsmittel ist das Wasser. Auch das in den festweichen Organen vorkommende Kochsalz ist in Wasser gelöst, es bildet keinen Bestandtheil der organisirten Faser oder Zelle, sondern einen Bestandtheil der sogenannten parenchymatösen Flüssigkeiten der Gewebe, die sich durch Auspressen derselben und mechanische Zerstörung ihrer Formelemente gewinnen lassen. Auch in den Knochen, Zähnen und Knorpeln ist es wohl nur Bestandtheil der sie durchtränkenden oder durchströmenden Säfte.

Abstammung des Chlornatriums.

Abstammung. Alles im Körper vorkommende Chlornatrium stammt von der Aussenwelt und wird durch die Nahrung dem Körper einverleibt. Die Menge des aufgenommenen Kochsalzes ist natürlicherweise abhängig von der Menge der Nahrung, vom Kochsalzgehalte derselben an und für sich und von dem als Würze zugesetzten.

Austritt des Chlornatriums.

Austritt. Das Kochsalz tritt aus dem Körper mit dem Harne, den Excrementen, dem Mund- und Nasenschleim, dem Schweisse. Der grösste Theil des Chlornatriums wird mit dem Harn ausgeschieden. Auf diesem Wege scheidet ein erwachsener Mann von 63,65 Kilogr. Körpergewicht in 24 Stunden im Mittel 11,88 Grm. aus. Rechnet man aber dazu die mit den übrigen Excreten austretenden Kochsalzmengen, so würde nach den Beobachtungen von Barral diese Gesammtmenge immer noch kleiner sein, wie die mit den Nahrungsmitteln aufgenommene. Dies begreift sich leicht, wenn man berücksichtigt, dass im Organismus immer eine gewisse Menge Kochsalz chemische Umsetzungen erleidet. So stammt das Chlorkalium des Fleisches und der Blutkörperchen wahrscheinlich von einer Umsetzung des Chlornatriums und phosphorsauren Kalis in phosphorsaures Natron und Chlorkalium, die freie Salzsäure des Magensaftes und das Natron der Galle haben wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung und so darf ein theilweises Verschwinden des Chlornatriums im Organismus allerdings nicht Wunder nehmen. Doch dürfen wir nicht verschweigen, dass die vorhandenen Beobachtungen nicht jene Schärfe und Genauigkeit besitzen, die ein derartiges partielles Verschwinden bei dem geringen Betrage der Differenz als mit Sicherheit constatirt erscheinen liessen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Der bedeutende Kochsalzgehalt des Thierorganismus, die Unabhängigkeit seiner Menge im Blute von der mit der Nahrung aufgenommenen, die typische Vertheilung desselben im Blute und den Geweben, endlich der Instinct, der Thiere und Men-

schen zu seinem Genusse antreibt, alle diese Umstände lassen an der physiologischen Bedeutung des Chlornatriums für den Lebensprocess nicht zweifeln und es entsteht nur die Frage: in welcher Weise es bei den Functionen desselben betheiligt ist. Obgleich es uns zur Erledigung dieser Frage nicht an einzelnen Anhaltspunkten fehlt, so sind sie doch nicht ausreichend, dieselbe erschöpfend und mit Hinweis auf unwiderlegliche Thatsachen zu beantworten, vielmehr sehen wir uns genöthigt, hier das Gebiet der Hypothesen zu betreten. Vor Allem ergiebt sich aus seinen Beziehungen zum Organismus, dass es, stets in Lösung vorkommend, zur Vermittelung allgemeiner stofflicher Vorgänge dient, ohne durch seine Bestandtheile selbst Antheil an dem Bildungsprocesse der Gewebe zu nehmen und dass seine physiologische Bedeutung zum Theil auf physikalische, zum Theil aber auf chemische Wirkungen zurückzuführen sein wird.

In ersterer Beziehung hat es unzweifelhaft einen bedeutenden Einfluss auf die Diffusionsvorgänge im Körper. Der Kochsalzgehalt der thierischen Flüssigkeiten bedingt wahrscheinlich einen höheren Elasticitätscoëfficienten der Gewebe und übt durch Verengerung ihrer Poren zugleich einen Einfluss auf die Art und die Geschwindigkeit der Diffusion anderer im Wasser aufgelöster Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten aus. Aus den Versuchen von Liebig ergiebt sich eine bestimmte Beziehung des Aufsaugungsvermögens thierischer Membranen zu dem Salzgehalte der Lösungen, die sich auch auf die Blutgefässe übertragen lässt. Mit dem Salzgehalte getrunkenen Wassers ändert sich auch das Aufsaugungsvermögen der Blutgefässe für das Wasser; ist dessen Salzgehalt kleiner wie der des Blutes, so wird es mit grösster Schnelligkeit aufgenommen und durch die Nieren wieder ausgeschieden; bei einem gleichen Salzgehalte tritt ein Gleichgewicht ein; enthält das Wasser mehr Salz als das Blut, so tritt es nicht mehr durch die Nieren, sondern durch den Darmcanal aus (salinische Abführmittel).

Dass ein Zusatz von Kochsalz zu unseren Speisen die Verdauung derselben befördert und dass der menschliche Instinct diesen Zusatz als etwas geradezu Unentbehrliches zu allen Zeiten und bei allen Völkern herausgefühlt hat, ist bekannt genug. Für Thiere hat den Einfluss eines Kochsalzzusatzes zu ihrem Futter auf ihr Gedeihen Boussingault durch eine Reihe von Beobachtungen dargethan. Das Kochsalz wirkt bei der Mästung der Thiere nicht direct fleischerzeugend, sondern es wirkt nur Verdauung befördernd und beschleunigend durch Hervorrufung einer reichlicheren Secretion des Speichels und Magensaftes und durch seinen Einfluss auf die Diffusionsvorgänge. Auch noch auf eine andere von physikalischen Verhältnissen abhängige Bedeutung des Kochsalzes im Blute hat man hingewiesen. Es soll nämlich in Verbindung mit Albumin die Auflösung der Blutkörperchen verhindern. Blutkörperchen sollen sich in einer reinen concentrirten Eiweisssolution alsbald auflösen, wenn aber die Eiweisssolution nur 1 Proc. Kochsalz enthalte, unverändert bleiben.

Umgekehrt sollen sich die Blutkörperchen auch in einer reinen Kochsalzlösung verändern; setze man aber zu dieser Lösung Albumin, so erhielten sich die Blutkörperchen in ihrer Integrität (Robin u. Verdeil).

Die chemischen Wirkungen des Kochsalzes im Organismus sind sicherlich nicht von geringer Bedeutung, allein wir sehen darüber noch weniger klar, wie über seine physikalischen Beziehungen und bewegen uns hier auf dem wenig tröstlichen Felde reiner Vermuthungen. So hat man aus der Löslichkeit von Albumin und Casein in Kochsalzlösung den Schluss gezogen, dass die Gegenwart von Kochsalz im Blute das Gelöstsein dieser Gewebsbildner bedinge, — man hat auf die Thatsache hingewiesen, dass Chlornatrium ebensowohl mit Harnstoff wie mit Krümelzucker bestimmte chemische Verbindungen eingehe und beide Stoffe immer auch im Thierkörper von Kochsalz begleitet vorkommen, so dass es wohl möglich wäre, dass Chlornatrium einen Antheil an der Ausscheidung des Harnstoffs und an der Bildung und Umwandlung des Zuckers hätte und dass die Abwesenheit des Harnstoffs im Muskel, dagegen die Aufnahme dieses Endproductes der regressiven Stoffmetamorphose ins Blut in einem engen Zusammenhange mit der Gegenwart des Kochsalzes stände.

Der wesentliche Bestandtheil der Galle sind die Natronsalze zweier organischer Säuren; zur Bildung der Galle ist demnach eine gewisse Menge Natron nöthig. Wenn bewiesen wäre, dass dieses Natron von dem Kochsalze stamme, so wäre damit freilich die Bedeutung des Kochsalzes für die Gallenbildung dargethan, allein dieser Beweis ist noch nicht geliefert. Gewichtigere Stützen haben wir für andere Umsetzungen des Chlornatriums im Organismus. — Wenn es sicher ist, dass sich die freie Salzsäure des Magensaftes nur aus einer Zersetzung der Chloride erklären lässt, so ist das Kochsalz jedenfalls bei der Bildung dieser für die Function des Magensaftes so wichtigen Säure betheiligt, denn der Magensaft ist reich an Kochsalz. Obgleich es unzweifelhaft ist, dass sich bei organischen Bildungsprocessen das Kochsalz nicht direct betheiligt, so sprechen doch der hohe Kochsalzgehalt zellenreicher Organe, wie z. B. der Knorpel und zellenreicher Secrete und Exsudate, wie des Schleims, Eiters, der Krebsgeschwülste, endlich die Beobachtung, dass bei Bildung zellenreicher Transsudate in den Lungen (Pneumonie) das Chlornatrium aus dem Harn vollständig verschwindet, für eine gewisse wenngleich ihrer Natur nach ungekannte Beziehung des Chlornatriums für den Zellenbildungsprocess.

Die hohe Bedeutung des Chlornatriums für den Lebensprocess im Allgemeinen erhellt aus der von Bidder und Schmidt ermittelten interessanten Thatsache, dass hungernde Thiere sehr bald gar kein Kochsalz mehr durch den Harn ausscheiden, so dass also die Gewebe und Säfte dasselbe hartnäckig zurückhalten.

Literatur: Barral l. c. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. Tabelle LXX. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. I, S. 22. — Liebig: Chem. Briefe. 4te Aufl. Bd. II, S. 118. — Boussingault: Annal. de phys. et chim. T. XIX, XX, XXII. — Robin et Verdeil: Traité de chim. anat. T. II, p. 197.

Chlorkalium: KCl.

Vorkommen.

Vorkommen. Man nimmt im Allgemeinen an, dass Chlorkalium Begleiter des Chlornatriums im Organismus sei, allein diese Annahme gründet sich auf Voraussetzungen, welche ziemlich problematischen Werthes sind. Es tritt hier wie in allen analogen Fällen die grosse Unsicherheit hervor, in welcher wir uns befinden, wenn wir die Bestandtheile der Asche thierischer oder pflanzlicher Stoffe zu Salzen zu gruppiren unternehmen. Zuerst pflegen wir das vorhandene Chlor an Natrium zu binden, und bleibt uns dann noch Chlor übrig, so binden wir es an Kalium u. s. w. Jedenfalls aber tritt das Chlorkalium in den meisten Organen und Geweben gegenüber dem Kochsalze der Menge nach sehr zurück, wie denn überhaupt das Kali meist an Phosphorsäure in verschiedenen Sättigungsverhältnissen gebunden sein mag. In den Blutkörperchen, der Fleischbrühe und den Flüssigkeiten einiger anderer Drüsensäfte scheint dagegen Chlorkalium das Chlornatrium in der That zu überwiegen; dass übrigens der Gehalt des Organismus an diesem Salze innerhalb gewisser Gränzen eingeschlossen bleiben muss, ergiebt sich aus den physiologisch wichtigen Beobachtungen von Blake, Cl. Bernard, J. Ranke, Podcapäw und Guttmann. Diese Physiologen haben übereinstimmend gefunden, dass Kalisalze überhaupt, insbesondere aber Chlorkalium, in sehr verdünnten Lösungen unter die Haut injicirt, sehr rasch lähmend auf sämmtliche gestreifte Muskelfasern und das Herz wirken, sonach sehr heftige Gifte sind, welche bei directer Injection ins Blut rasch tödten, während Kochsalzlösungen sich unschädlich erweisen, ja durch sie sogar die Muskelthätigkeit, die durch Chlorkalium aufgehoben ist, wieder angeregt werden soll (Podcapäw). Ebenso hat man gefunden, dass Muskeln und Nerven in Chlorkaliumlösungen rasch ihre Erregbarkeit verlieren (Guttmann).

Sonstige physiologische Beziehungen.

Interessant, wenn sie sich bestätigte, wäre die Beobachtung Braconnot's und Daurier's, welche gefunden haben wollen, dass Schafe, die täglich 15 Grammes Chlornatrium mit dem Futter erhielten, durch den Harn nur Chlorkalium ausschieden. Es würde daher im Organismus dieser Pflanzenfresser eine Umsetzung des Chlornatriums in Chlorkalium stattfinden. Jedenfalls ist es bemerkenswerth, dass nach den Versuchen von Reinson durch Einfuhr von Natronsalzen in den Organismus von Hunden der Gehalt des Harns an Kali eine auffallende Zunahme erfuhr, ja nach der Darreichung von 8 Grammes Chlornatrium fand sich am vierten Tage gar kein Natron im Harn. Auch ältere Versuche von Böcker ergaben ähnliche Resultate.

Literatur: Johannes Ranke: Tetanus 1865, S. 398. — Blake: Edinb. med. and surg. Journ. 1839. — Podcapäw: Arch. f. path. Anat. Bd. XXXIII, S. 505. — P. Guttmann: Berl. Klin. Wochenschr. 1865. Nr. 34, 35, 36. — L. Grandeau: Expériences sur l'action physiol. des sels de potassium, de sodium et de rubidium injectés dans les veines. Journ. de l'anat. et de la physiol. I, p. 378. — Reinson: Untersuch. über die Ausscheid. des Kali und Natron durch den Harn. Dorpat. 1864.

Chlorammonium: $NH_4 . Cl$.

Vorkommen.

Vorkommen. Es fehlt nicht an Angaben über das Vorkommen des Chlorammoniums im Thierkörper, allein dieselben sind im Allgemeinen wenig zuverlässig. Man will diese Verbindung im Urin, dem Speichel, den Thränen, in der Hautsalbe, im Schweiss und im Magensaft gefunden haben. Mit einiger Genauigkeit scheint aber nur ihre Gegenwart im Magensafte des Schafes und Hundes constatirt zu sein. Dass geringe Mengen von Ammoniaksalzen in Se- und Excreten vorkommen, ist unzweifelhaft, allein nicht entschieden ist es, in welcher Verbindungsform dieselben zugegen sind. Wiederhold will Salmiak in der Exspirationsluft durch die dendritische Krystallform nachgewiesen haben, allein wir haben bereits oben erwähnt, wie leicht hier eine Verwechselung mit Kochsalz ist.

Wo überhaupt Salmiak im Thierkörper vorkommt, findet er sich in ausserordentlich geringer Menge. Im Magensafte des Schafes und Hundes fanden Bidder und Schmidt: im speichelfreien des Hundes 0,0468 Proc., im speichelhaltigen derselben Thiere 0,0537 Proc., in dem des Schafes 0,0473 Proc.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Ob das im Thierkörper vorkommende Chlorammonium von Aussen stammt und mit den Nahrungsmitteln in den Körper gelangt, oder ob es Product chemischer Umsetzungen im Organismus ist, ist nicht zu entscheiden, doch ist letzteres wahrscheinlicher. Seine Ausscheidung, wenn es überhaupt als solches ausgeschieden wird, erfolgt wohl durch den Harn, vielleicht durch den Schweiss. Doch fehlen darüber exacte Beobachtungen gänzlich. Seine physiologische Bedeutung ist jedenfalls eine sehr untergeordnete, wenn es nicht gar ein zufälliger und unwesentlicher Bestandtheil des Thierkörpers ist.

Literatur: Wiederhold: Deutsche Klinik. 1861, Nr. 18. — Bidder und Schmidt: Verdauungssäfte und Stoffwechsel, S. 29.

Fluorcalcium: CaF.

Vorkommen.

Vorkommen. Sehr geringe Mengen von Fluorcalcium oder besser von Fluor, welches man wegen der überhaupt vorhandenen Basen an Calcium gebunden voraussetzt, hat man in den Knochen und Zähnen,

namentlich im Schmelze der letzteren nachgewiesen. Auch im Blute will man neuerdings geringe Spuren von Fluormetallen gefunden haben.

Durch welche Nahrungsmittel es in den Körper gelangt, wie es aus selbem austritt und welche physiologische Bedeutung ihm zukommt, ist gänzlich unbekannt.

Kohlensaures Natron:

$$NaO, CO_2 \quad — \quad NaO, 2CO_2 \quad — \quad 2NaO, 3CO_2.$$

Vorkommen.

Vorkommen. Kohlensaures Natron findet man häufig in der Asche thierischer Substanzen, allein dieses kohlensaure Alkali stammt dann meist wohl von der Verbrennung organischer an Natron gebundener Verbindungen. Doch kann nach allem nicht bezweifelt werden, dass es auch in gewissen thierischen Flüssigkeiten präformirt vorkommt, so namentlich im Blute und Harne grasfressender Thiere und in geringerer Menge auch wohl im Blute der Omnivoren. Auch im Harne der Menschen treten unter Umständen nicht unbeträchtliche Mengen von kohlensauren Alkalien auf, dann nämlich, wenn dem Organismus neutrale pflanzensaure Alkalien einverleibt wurden. Diese erscheinen im Harn als kohlensaure Alkalien wieder und es wird daher der sonst bei Omnivoren und Fleischfressern saure Harn bald nach dem Genusse pflanzensaurer Alkalien deutlich alkalisch, eine Reaction, die der Harn der Pflanzenfresser im normalen Zustande zeigt. Auch in der Lymphe und dem Parotidenspeichel des Pferdes will man kohlensaures Natron gefunden haben.

So viele Gründe übrigens für die Gegenwart kohlensauren Natrons im Blute etc. sprechen, so dürfen wir doch nicht verschweigen, dass man keineswegs dieses Salz als solches im isolirten Zustande abgeschieden und dadurch den unwiderleglichsten Beweis für seine Gegenwart geliefert hat, sondern es sind die vorliegenden Beweise für seine Gegenwart theoretische und indirecte. Man schliesst auf die Gegenwart kohlensaurer Alkalien im Blute, weil man bei vorsichtiger Bereitung der Blutasche darin Kohlensäure an Alkalien gebunden findet, weil ferner das Blut alkalische Reaction besitzt und nach den übereinstimmenden Erfahrungen der verschiedensten Beobachter Kohlensäure in einer löslichen chemischen Verbindung enthält, wie dies bereits bei Gelegenheit des Kohlensäuregases erörtert wurde. Wenn aber Kohlensäure an Basen gebunden im Blute vorkommt und zwar in alkalischer Lösung, so können diese Basen selbstverständlich nur Alkalien sein, denn nur die Verbindungen der Kohlensäure mit Alkalien sind als einfach kohlensaure Salze für sich im Wasser löslich und wenn kohlensaure Alkalien im Blute vorkommen, so wird, da im Blute neben Kali immer auch Natron und zwar abgesehen vom Chlornatrium in meist überwiegender Menge vorkommt, wohl ein Theil der Kohlensäure auch an Natron gebunden sein. Ein weiterer Grund für die Annahme kohlensaurer Alkalien im Blute liegt in dem Resultate der mit Blut und Blutserum angestellten Absorptionsversuche für Gase. Diesen Versuchen zu-

folge verhält sich eine Lösung von kohlensaurem Natron gegen freie Kohlensäure ganz analog dem Blutserum; sie nimmt theils Kohlensäure chemisch auf, indem sich Bicarbonat bildet und theils absorbirt sie dieselbe einfach nach dem Dalton - Bunsen'schen Gesetze und so wie man aus dem Blute die Kohlensäure zum Theil durch ein indifferentes Gas austreiben kann, so verliert auch doppelt kohlensaures Natron durch Einleiten eines anderen Gases ein Aequivalent Kohlensäure. So wichtig diese Beobachtungen sind, so darf man doch nicht vergessen, dass sich phosphorsaures Natron ganz ähnlich verhält und da nun dieses Salz im Blute ebenfalls enthalten ist, so können selbe keineswegs für sich als ein Beweis der Gegenwart kohlensaurer Alkalien angesehen werden. Von Bedeutung aber ist der Umstand, dass in dem an phosphorsauren Alkalien ärmeren Blute der Pflanzenfresser die Absorptionsvorgänge dieselben sind, was sich durch die Annahme von kohlensauren Alkalien zur Genüge erklären liesse, da diese in der That in dieser Hinsicht den phosphorsauren Alkalien gleichwerthig sind. Auf experimentellem Wege ermittelt ist daher nur, dass die Blutasche kohlensaures Alkali enthält und dass im Blute selbst Kohlensäure in einer löslichen chemischen Verbindung enthalten ist, dass diese Verbindung aber ein kohlensaures Alkali ist, ist durch Induction erschlossen. Wir werden sogleich sehen, dass diese Schlussfolgerung auch noch durch andere Gründe gestützt wird.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Wo dieses Salz im Organismus vorkommt, ist es einfach gelöst, allein eine andere Frage ist die, ob die Form, in der es namentlich im Blute vorkommt, die des einfach-, die des anderthalb-kohlensauren Natrons, oder endlich die des Bicarbonates ist. Wenn man berücksichtigt, dass freie Kohlensäure neben kohlensaurem Natron so lange nicht bestehen kann, als noch die Bildung von Bicarbonat stattfinden kann, so wird man bei dem Umstande, dass die Luft in den Lungenbläschen mindestens 8 Proc. Kohlensäure enthält, es für wahrscheinlich halten müssen, dass das kohlensaure Natron im Blute als Bicarbonat enthalten sei, denn nach den Versuchen von L. Meyer nimmt eine Sodalösung aus einer Kohlensäure enthaltenden Atmosphäre so lange Kohlensäure auf, bis das rückständige Gas noch etwa 1 Proc. Kohlensäure enthält. Ist dieser Zustand eingetreten, so hält die Tension der Kohlensäure der chemischen Anziehung das Gleichgewicht, so dass eine weitere Aufnahme nicht stattfindet. Umgekehrt wird aber eine Lösung von Bicarbonat an eine kohlensäurefreie Atmosphäre so lange Kohlensäure abgeben, bis der Kohlensäuregehalt derselben etwa 1 Proc. beträgt, bei welchem Punkte wieder Gleichgewicht eintritt. Für das Vorkommen von doppelt kohlensaurem Natron im Blute sprechen auch von Liebig ermittelte Thatsachen. Fällt man nämlich Blutserum mit Alkohol und wäscht den Niederschlag vollständig aus, so giebt das Albumin beim Verbrennen keine alkalische Asche und enthält kein Natron. Leitet man nun durch die alkoholische Flüssigkeit Wasserstoffgas, so treibt dieses Kohlensäure aus, wie dies

nach den Versuchen von H. Rose und Magnus auch bei doppelt kohlensaurem Natron der Fall ist. Setzt man endlich zu der weingeistigen Flüssigkeit Quecksilberchlorid, so giebt dies, wie mit doppelt kohlensaurem Natron, keinen Niederschlag, setzt aber gerade so wie in Lösungen von doppelt kohlensaurem Natron nach einiger Zeit braune Krystalle von Quecksilberoxychlorid ab. Gegen die Anwesenheit von Natronbicarbonat im Blute ist geltend gemacht worden, dass das Blut phosphorsaures Natron: $2\,NaO,\ HO\,.\,PO_5$ enthält, neben diesem Salze aber doppeltkohlensaures Natron in Lösungen nicht bestehen kann.

Abstammung.

Abstammung. Die im Thierkörper vorkommenden kohlensauren Alkalien werden selbem jedenfalls nur zum Theil von Aussen mit den Nahrungsmitteln und Getränken zugeführt, ein anderer Theil wird im Organismus selbst erst gebildet und zwar durch Verwandlung der Natronsalze organischer dem Organismus zugeführter oder in ihm selbst erst durch Umsetzungen entstandener Säuren in kohlensaures Natron durch die energisch oxydirenden Wirkungen des Thierkörpers. Schon seit lange weiss man, dass bei reichlichem Genuss von Obst, wie Kirschen, Erdbeeren, Aepfeln, oder von gewissen anderen Vegetabilien der sonst sauer reagirende Harn des Menschen alkalisch werden und dann kohlensaure Alkalien enthalten kann. Alle diese Früchte und Vegetabilien aber, die den Harn alkalisch machen, enthalten Pflanzensäuren: vorzugsweise Aepfelsäure, Citronensäure und Weinsäure an Alkalien gebunden. Wöhler, Lehmann, Buchheim u. A. haben gefunden, dass sich äpfelsaure, citronensaure, weinsaure und andere organisch-saure Alkalien dem Organismus durch den Mund oder in Form eines Klystieres einverleibt oder in Venen injicirt gerade so verhalten wie die oben genannten diese Salze enthaltenden Vegetabilien. Sie machen in genügender Menge eingeführt den Harn alkalisch, indem sie im Organismus zu kohlensauren Salzen verbrannt, im Harn als kohlensaure Alkalien austreten. Es ist daher klar, dass ein Theil der im Thierkörper vorkommenden kohlensauren Alkalien von dieser Quelle stammen wird und diess wird dadurch um so einleuchtender, als gerade das Blut und der Harn der Pflanzenfresser reich an kohlensauren Alkalien sind, während im Blute der Omnivoren die kohlensauren Alkalien sehr gegen die phosphorsauren zurücktreten und sie bei auf ausschliessliche Fleischdiät gesetzten Thieren vielleicht ganz fehlen. Die kohlensauren Alkalien des Harns der Pflanzenfresser stammen daher von den im Organismus zu kohlensauren Salzen verbrannten pflanzensauren Alkalien des Futters her. Nach diesen Erwägungen erscheint es wahrscheinlich, dass auch im Organismus erzeugte Säuren, deren es nicht wenige giebt, zur Bildung von kohlensauren Alkalien Veranlassung geben können; indem sie bereits vorhandenes kohlensaures Alkali zersetzen, bilden sich Salze dieser Säuren, die aber ebenso schnell wieder zu kohlensauren Salzen verbrannt werden, als sie sich bilden.

Austritt. Austritt. Dass das im Organismus in der soeben angegebenen Weise gebildete kohlensaure Natron zum Theil durch den Harn ausgeschieden wird, wurde bereits erwähnt. Auch ergiebt sich aus dem Obigen, dass ein Theil desselben immer wieder zersetzt wird, indem die frei werdende Kohlensäure durch die Lungen etc. entweicht. Eine ähnliche Zersetzung kann möglicherweise durch freie dem Organismus einverleibte Säuren veranlasst werden und ebenso kann jener Theil, der mit dem Speichel in den Nahrungsschlauch gelangt, hier zum Theil eine analoge Zersetzung erfahren, zum Theil wieder resorbirt werden und zum Theil endlich mit der Darmausleerung den Körper verlassen. Experimentelle Beweise fehlen aber für alle diese Möglichkeiten noch völlig, wie denn auch die Thatsache, dass man die Menge des im Körper vorkommenden kohlensauren Natrons nicht kennt, es zur Zeit unmöglich macht, die Ausgaben mit den Einnahmen zu vergleichen. Was von dem Austritte und der eventuellen Zersetzung des im Organismus gebildeten kohlensauren Alkalis angeführt wurde, hat natürlich auch für das von Aussen mit Nahrungsmitteln und Getränken eingeführte seine Geltung.

Physiologische Bedeutung. Physiologische Bedeutung. Die Kenntnisse die wir von den chemischen Processen im Thierkörper, von dem Gaswechsel in der Respiration, endlich von dem Einflusse der Gegenwart von Alkalien auf Oxydations- und andere chemische Umsetzungen besitzen, berechtigen uns zu der Annahme, dass die Rolle der kohlensauren Alkalien im Organismus eine hervorragende sein müsse.

Wenn wir uns nach Allem das Blut in seiner Wechselwirkung auf Gewebe und Organe, in die es durch zahllose Capillaren eindringt, als einen Heerd der im Körper stattfindenden Oxydationsprocesse denken müssen, so erscheint die Gegenwart von Verbindungen, die wie die kohlensauren Alkalien, ähnliche nur etwas gemilderte Eigenschaften besitzen, wie die freien Alkalien, in denen das Alkali demnach nicht vollkommen neutralisirt ist, für die im Blut stattfindenden Oxydationsprocesse von höchster Bedeutung. Wir wissen nämlich, dass zahlreiche organische Verbindungen bei Gegenwart von freiem Alkali sich mehr oder weniger rasch oxydiren, während sie für sich gegen Sauerstoff, auch gegen Ozon sich vollkommen indifferent verhalten. So oxydirt sich Gallussäure oder Pyrogallussäure bei Gegenwart von Alkali sehr rasch und wird in wenigen Minuten zerstört, während ohne Alkali eine Oxydation derselben bei gewöhnlicher Temperatur und durch gewöhnlichen Sauerstoff nicht erfolgt. So löst sich Blutfarbstoff in Kalilauge, und erhält sich bei Abschluss der Luft monatelang unverändert; lässt man aber Luft oder Sauerstoff zutreten, so findet sogleich Sauerstoffabsorption statt und der Farbstoff wird zerstört. Aehnlich verhalten sich andere organische Farbstoffe (Chevreul, Scherer). Selbst starker Alkohol oxydirt sich, wenn er ein freies Alkali enthält, bei gewöhnlicher Temperatur und färbt sich

braun. So verhält sich Glycerin selbst gegen Ozon indifferent, bei Gegenwart von freiem Alkali aber wird es durch dieses Agens rasch in Propionsäure und Ameisensäure übergeführt (Gorup-Besanez); ebenso wird Zucker bei Gegenwart von freiem Alkali rasch oxydirt und besitzt dann eine so sehr gesteigerte Affinität zum Sauerstoff, dass er selben sogar Metalloxyden zu entziehen vermag (Trommer'sche Zuckerprobe). Letzteres Beispiel gewinnt für die Vorgänge im Thierkörper dadurch erhöhte Bedeutung, dass, nach Einführung von Kohlenoxydgas in das Blut, welches, wie wir später ausführlicher erörtern werden, die Sauerstoffaufnahme ins Blut hindert, der Zucker sich im Blute in solcher Menge anhäufen kann, dass er selbst im Harn erscheint (Cl. Bernard). Ebenso schlagend sind für die Bedeutung des Alkalis im Blute die oben mitgetheilten wichtigen Beobachtungen Wöhler's, denen zu Folge organische Säuren begleitet von alkalischen Basen im Organismus zu kohlensauren Alkalien verbrannt werden, während sie im freien Zustande dem menschlichen Organismus einverleibt, wenigstens zum Theile unverändert durch den Harn austreten, oder doch schwieriger oxydirt zu werden scheinen (Piotrowsky, Magawly). Mit Wöhler's Erfahrungen würde die Beobachtung im Einklange stehen, dass die meisten freien organischen Säuren bei gewöhnlicher Temperatur durch Ozon keinerlei Veränderung erleiden, während sie in Gestalt ihrer Alkalisalze oder bei Gegenwart freien Alkalis durch Ozon meist geradezu zu kohlensauren Salzen verbrannt werden (Gorup-Besanez). Nach allem ist es sehr nahe gelegt, eine Function der kohlensauren Alkalien des Blutes in der Vermittlung der Oxydationsvorgänge und in der Bindung der von Aussen eingeführten und der durch den Stoffwechsel in den Geweben und Organen gebildeten organischen Säuren zu erkennen.

Eine andere Function der kohlensauren Alkalien im Blute, die allerdings mit obiger in ziemlich naher Beziehung steht, wäre nach einigen Physiologen die Verseifung der Fette und ihre weitere Oxydation. Experimentelle Beweise für diesen Vorgang im Organismus fehlen bis nun. Wohl aber lehren in neuerer Zeit angestellte Versuche, dass Fette an und für sich von Ozon nicht im Geringsten angegriffen werden, während bei Gegenwart von freiem Alkali alsbald durch Zerstörung des Glycerins Verseifung eintritt und dass auch hierbei die Wirkung des Ozons nicht stehen bleibt (Gorup-Besanez). Demnach dürfte allerdings die durch die Gegenwart von kohlensauren Alkalien vermittelte Alkalescenz des Blutes einen bestimmenden Einfluss auf die Verseifung und Oxydation der Fette ausüben.

Die Annahme, dass die kohlensauren Alkalien im Blute dazu beitragen, die Albuminate desselben gelöst zu erhalten, gründet sich darauf, dass Albumin in der That in kohlensauren Alkalien löslich ist und dass Albuminlösungen, so wie sie im Körper vorkommen, stets alkalisch reagiren und darin das Albumin an Alkali lose gebunden zu sein scheint. Neutralisirt man solche Lösungen mit Essigsäure und ver-

dünnt stark mit Wasser, so fällt der grösste Theil des Albumins nieder und löst sich nun im Wasser nicht mehr auf. Es wird ferner durch kohlensaure Alkalien die Gerinnung des Blutfibrins erfahrungsgemäss verhindert.

Wenn es bewiesen wäre, dass im Blute kohlensaures Natron als Bicarbonat vorkommt, oder wenigstens unter gewissen Bedingungen vorkommen kann, so erschiene dadurch das kohlensaure Natron, wie Liebig in geistreicher Weise erörtert hat, als ein sehr wichtiger Factor im Respirationsprocesse: als der Träger der in den Capillaren gebildeten Kohlensäure, mit welcher es Bicarbonat bildete; dieses doppelt kohlensaure Natron mit dem Blute in die Lungen gelangend, würde hier indem der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ein Aequivalent Kohlensäure austriebe, welche mit der Exspirationsluft entwiche, in einfach kohlensaures Natron verwandelt, welches nun abermals geeignet wäre, Kohlensäure aufzunehmen u. s. f., so dass eine und dieselbe Menge kohlensauren Alkalis unbegrenzten Mengen von Kohlensäure als Transportmittel zu dienen im Stande wäre.

Endlich ist noch, wenn es sich um die physiologische Function des kohlensauren Natrons handelt, der Einfluss in Rechnung zu ziehen, den seine Gegenwart im Blute auf die Diffusionsvorgänge ausüben muss; wenn wir gleich diesen Einfluss nicht genau zu präcisiren im Stande sind, und uns dabei nur auf die Thatsache berufen können, dass die Gegenwart gewisser Salze in Lösungen die Permeabilität thierischer Membrane wesentlich modificirt.

Inwiefern die durch Gegenwart von kohlensaurem Alkali vermittelte alkalische Beschaffenheit des Speichels auf die Function des letzteren von Einfluss ist, steht vorläufig noch dahin.

Literatur: Lehmann: Lehrb. der physiol. Chem. Bd. I, S. 407. — Wöhler: Zeitschr. f. Physiol. Bd. I, S. 305. — Piotrowsky: De quorundam acidor. organicor. in organ. hum. mutationibus. Dissert. Dorpat 1856. — Magawly: De ratione qua nonnulli sal. org. et anorg. in tract. intest. mutantur. Dissert. Dorpat 1856. — Nasse: Simon's Beiträge zur phys. Chem., S. 449. — Lothar Meyer l. c. — Fernet l. c. — Liebig: Handwörterb. der Chem. von Liebig, Poggendorff und Wöhler. Bd. I, S. 901. — Derselbe: Chem. Briefe. Bd. II. 4te Aufl. S. 108 u. ff. — v. Gorup-Besanez: Annal. der Chem. und Pharm. Bd. CX, S. 86. Bd. CXXV, S. 207.

Kohlensaures Kali: KO, CO_2.

Vorkommen.

Kohlensaures Kali wurde im Blute und im Harne der pflanzenfressenden Thiere und im Parotidenspeichel des Pferdes gefunden und scheint auch im Harne des Menschen und des Hundes vorzukommen, wenn sie sich von Vegetabilien nähren.

Alles, was über die Zustände, Ein- und Austritt, und die physiologische Bedeutung des kohlensauren Natrons gesagt wurde, gilt auch für das kohlensaure Kali.

Kohlensaures Ammoniak: $2NH_4O, 3CO_2$.

Vorkommen.

Vorkommen. Spuren von Ammoniak, welche man meist auf kohlensaures Ammoniak bezieht, kommen, wie es scheint, ziemlich constant in der Exspirationsluft vor und zwar von Menschen und Thieren (Thiry, Kühne und Strauch, J. Davy, Lossen), allein einerseits sind diese Spuren so gering (nach den Versuchen von Lossen beträgt das von einem Menschen innerhalb 24 Stunden durch die Respiration gelieferte Ammoniak 0,01 Gramme), dass sie aus fauligen, in der Mund- und Rachenhöhle stattfindenden Zersetzungen recht wohl abgeleitet werden könnten und anderseits scheint aus den Versuchen von Reuling hervorzugehen, dass ebenso viel Ammoniak ausgeathmet wird, als durch das Einathmen mit der atmosphärischen Luft in den Organismus gelangt. In 160000 CC. seiner Exspirationsluft fand Reuling ebenso viel Ammoniak, wie in dem gleichen Volumen atmosphärischer Luft.

Spuren von Ammoniak, durch das ausserordentlich empfindliche Nessler'sche Reagens (freies Kali haltende Jodkalium-Jodquecksilberlösung), so wie durch das noch empfindlichere Hämatoxylinpapier angezeigt, will man neuestens im Blute nachgewiesen haben (L. Thiry, Kühne und Strauch); allein einerseits sind gegen diese Befunde gewichtige experimentelle Einwände gemacht (Zabelin), andererseits trat die Ammoniakreaction in diesen Versuchen immer erst beim Erwärmen des Blutes im luftverdünnten Raume, am stärksten bei 65° C. bis 70° C., also bei einer Temperatur ein, bei welcher das Albumin gerann und das Blut missfarbig wurde. Für die Präexistenz des gefundenen Ammoniaks im Blute sind diese Versuche nicht beweiskräftig genug. Noch weniger entschieden erscheint es durch sie, ob das gefundene Ammoniak an Milchsäure gebunden war, wie Thiry meint, oder an Salzsäure, wie Kühne und Strauch für wahrscheinlich halten.

Wo man überhaupt im Organismus kohlensaures Ammoniak mit Sicherheit gefunden hat, findet es sich nur als Zersetzungsproduct oder unter abnormen Bildungsverhältnissen. So enthält das Blut bei schweren Krankheiten zuweilen kohlensaures Ammoniak, so namentlich bei Urämie und in der Cholera. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es hier der Zersetzung des Harnstoffs seine Entstehung verdankt. Dasselbe gilt von den reiswasserartigen erbrochenen Massen in der Cholera, die meist kohlensaures Ammoniak enthalten. Doch liegen bezüglich des Blutes urämisch gemachter Hunde auch negative Versuchsergebnisse vor (Kühne u. Strauch). Auch im Harn kommt kohlensaures Ammoniak nur in Krankheiten vor, dann nämlich, wenn der Harn lange in der Blase zurückgehalten wird und hier schon unter der Mitwirkung eines reichlicher abgesonderten Blasenschleims jene Zersetzung zu erleiden beginnt, die das Faulen des Harns ausserhalb des Organismus charakterisirt und die in der Spaltung des Harnstoffs unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und

Ammoniak besteht. Im Magensaft will man bei Krankheiten hier und da kohlensaures Ammoniak beobachtet haben.

Nach dem Angeführten bedarf es keiner weiteren Erörterung, dass von einer physiologischen Bedeutung des kohlensauren Ammoniaks nicht die Rede sein kann.

Literatur: Marchand: Journal für praktische Chem. XXXIII, 135. — Thompson: Philosophical Magazine Vol. XXX, 124. — Reuling: Ueber d. Ammoniakgehalt der exspirirten Luft. Giessen 1854. — L. Thiry: Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVII, S. 166. — J. Davy: Edinb. new philos. journ. Vol. XIX. 1864. — Zabelin: Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. CXXX, S. 54. — W. Kühne und Strauch: Centralbl. f. die med. Wissensch. 1864, S. 561. 577. — Grouven: Physiol. chem. Futterungsversuche. 1864. — Lossen: Zeitschr. f. Biologie. Bd. I, S. 207. — G. Bichlmayr: Zeitschr. f. Biologie. 1865.

Salpetrigsaures Ammoniak.

Salpetrigsaures Ammoniak — soll nach Schönbein im Speichel und Nasenschleim in Spuren enthalten sein, weil diese Secrete, mit verdünnter reiner Schwefelsäure angesäuert, Jodkaliumkleister bläuen und weil der Speichel, mit Kalihydrat behandelt, Ammoniak entwickelt. Auch im Harn will Schönbein salpetrigsaures Ammoniak nachgewiesen haben und zwar durch die Beobachtung, dass der Rückstand mit Kali versetzten Harns mit Schwefelsäure Jodkaliumstärke bläuende und Indigosolution entfärbende Dämpfe liefert. Zum vollgültigen Beweise sind diese Reactionen ungenügend und was den Speichel betrifft, von Meissner auch bereits anders gedeutet und auf Wasserstoffsuperoxyd bezogen.

Literatur: Schönbein: Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXXXVI, S. 151. — Meissner: Bericht über die Fortschr. der Anat. u. Physiol. im J. 1862, S. 253.

Kohlensaurer Kalk: CaO, CO_2.

Vorkommen.

Vorkommen. Bei den wirbellosen Thieren findet sich der kohlensaure Kalk sehr häufig als Bestandtheil und zwar bei den Infusorien beginnend bis hinauf zu den Cephalopoden. Derselbe tritt bei den Wirbellosen in Gestalt von Ablagerungen in verschiedene Körpertheile auf und zwar vorzugsweise gern im Bindegewebe. Diese Ablagerungen erfolgen entweder in die Substanz der thierischen Zellenmembran, oder erfüllen die Elementarorgane derart, dass sie nach Art der Pseudomorphosen des Mineralreichs die ursprüngliche Substanz gänzlich verdrängen, aber ihre Form beibehalten. Im Wesentlichen aus kohlensaurem Kalk bestehen oder solchen enthalten: die Kalknadeln der Polypen, die kalkige Achse der Coralliden, der Panzer einiger Infusorien, die erdigen Ablagerungen in der äussern lederartigen Haut der Echinodermen, die Kalkdeposita innerer Organe und das Skelett der Holothurien, die elliptischen Kalkkörperchen einiger Entozoën, die Muschelschalen, Schneckengehäuse und Kalknadeln bei Mollusken, die Kalkschalen bei Acephalen, Cephaloporen und Cephalopoden, einige Crustaceenpanzer und endlich die Perlen, welche letztere fast nur aus kohlensaurem Kalk bestehen.

Bei den Wirbelthieren findet sich der kohlensaure Kalk normal: als Bestandtheil der Eischale der Vögel und beschuppten Amphibien,

der Knochen und Zähne, des Harns der pflanzenfressenden Thiere, des Parotidenspeichels der Pferde, endlich im inneren Gehörorgan des Menschen die sogenannten Gehörsteine oder Otolithen bildend. — Bei niederen Wirbelthieren findet er sich häufig in Gestalt kalkiger Ablagerungen, so bei Fröschen auf den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks und auf der vorderen Seite der Wirbelsäule an der Austrittsstelle der Spinalnerven. Der kohlensaure Kalk ist endlich ein Bestandtheil gewisser pathologischer thierischer Producte, vieler Concretionen, der Ossificationen, der verkreideten Tuberkel u. a. m.

Zustände im Organismus.

Zustände des kohlensauren Kalks im Organismus. Der kohlensaure Kalk ist im Körper theils gelöst, theils ungelöst und abgelagert. Gelöst findet er sich zunächst im Harn und Speichel der Pflanzenfresser. Fragt man, wodurch er in diesen Flüssigkeiten gelöst erhalten wird, so hat man sich daran zu erinnern, dass der kohlensaure Kalk zwar in reinem Wasser unlöslich ist, sich aber in Wasser, welches Kohlensäure enthält, auflöst. Es ist daher mindestens wahrscheinlich, dass an dem Gelöstsein des kohlensauren Kalkes freie Kohlensäure ihren Antheil hat. Doch wäre es wohl auch möglich, dass gewisse organische Substanzen in Lösung, gleich dem Zucker die Fähigkeit besässen, kohlensauren Kalk aufzulösen. Der im festen Zustande abgelagerte kohlensaure Kalk ist theils amorph, theils krystallisirt. Krystallisirt tritt er bei höheren Wirbelthieren, namentlich im häutigen Labyrinth, die Otolithen bildend, auf, ausserdem im Parotidenspeichel des Hundes, im Harn der Pflanzenfresser sich als Sediment abscheidend, endlich in kalkigen Ablagerungen der Reptilien, Frösche, einiger Fische u. s. w. In pathologischen Concretionen des Menschen kommt er nur selten krystallisirt und dann gewöhnlich in unausgebildeten Formen vor. Die Krystallform ist rhomboedrisch. Mit Säuren brausen die Krystalle auf.

Gute Abbildungen vergl. bei Robin et Verdeil Pl. II. Fig. 2 (Otoconie), Pl. III. Fig. 2 (aus Pferdeharn), Pl. IV (aus Hunde-Parotidenspeichel). Ferner Funke Atlas, 2te Aufl. Taf. I. Fig. 1. 2 u. 3.

Abstammung.

Abstammung des kohlensauren Kalks. Ein Theil des im Thierorganismus vorkommenden kohlensauren Kalks stammt jedenfalls von Aussen und gelangt als doppelt kohlensaurer Kalk mit dem Trinkwasser und als kohlensaurer Kalk zum Theil auch wohl mit vegetabilischen Speisen fertig gebildet in den Organismus. Dies gilt besonders vom Menschen. Allein bei den Pflanzenfressern wird jedenfalls ein grosser Theil des kohlensauren Kalks, den wir im Harn derselben in so reichlicher Menge antreffen, erst im Organismus selbst erzeugt und zwar aus mit dem Futter in den Körper gelangenden Kalksalzen organischer Säuren, die in selbem in kohlensauren Kalk umgesetzt werden. Endlich kann auch die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden, dass unter gewissen Umständen im Organismus durch Wechselzersetzung kohlen-

saurer Alkalien mit anderen Kalksalzen kohlensaurer Kalk gebildet werden könne.

Austritt des kohlensauren Kalks. Es ist wahrscheinlich, dass nur ein Theil des dem Organismus von Aussen zugeführten kohlensauren Kalks denselben als solcher wieder verlässt. So scheint namentlich das vollkommene Fehlen des kohlensauren Kalks im Harn des Menschen darauf hinzudeuten, dass hier der kohlensaure Kalk, der mit den Nahrungsmitteln und Getränken in den Organismus gelangt, schon im Blute durch die phosphorsauren Alkalien in phosphorsauren Kalk umgesetzt wird, wofür auch eine von Liebig angeführte Thatsache spricht. Wenn man nämlich einer Auflösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser, welche mit so viel Brunnenwasser verdünnt ist, dass kohlensaures Kali oder Natron darin keinen Niederschlag bewirkt, auch nur die kleinste Menge von phosphorsaurem Natron zusetzt, so entsteht sogleich eine bleibende Trübung von phosphorsaurem Kalk. Dass bei den Pflanzenfressern die Ausscheidung des kohlensauren Kalks vorzugsweise durch den Harn erfolgt, ergiebt der bedeutende Gehalt desselben an diesem Salze.

Austritt.

Physiologische Bedeutung. Ob der kohlensaure Kalk an irgend welchem vitalen Act betheiligt ist, ist noch gänzlich unaufgeklärt. Es kann daher auch vorläufig von einer physiologischen Bedeutung desselben nicht die Rede sein. Ihn, wie es von einigen Physiologen geschieht, als Erhärtungsmaterial für wichtig zu halten, weil er ein Bestandtheil der Knochen ist, hiesse aussprechen, dass diese Wirkung von einem anderen Salze nicht eben so gut geleistet werden könnte, wofür gerade bei den Knochen alle Beweise fehlen; denn dass durch die Beimischung des kohlensauren Kalks zum phosphorsauren die Festigkeit des Knochens gesteigert werde, ist durchaus nicht bewiesen. Bei den wirbellosen Thieren dagegen hat der kohlensaure Kalk als überwiegender Bestandtheil der Schalen der Mollusken etc. unzweifelhaft diese Bedeutung, was keines weiteren Beweises bedarf.

Physiologische Bedeutung.

Kohlensaure Magnesia: MgO, CO_2.

Vorkommen. Kohlensaure Bittererde begleitet den kohlensauren Kalk mehr oder weniger constant in den kalkigen Ablagerungen der Wirbellosen und in jenen thierischen Concretionen, die vorwiegend aus kohlensauren Erden bestehen. Sie ist ferner im Harn der Pflanzenfresser nachgewiesen, dagegen erscheint ihre Gegenwart in den Knochen mindestens zweifelhaft. Auch in menschlichen Harnsteinen will man sie einige Male gefunden haben. Doch kommt sie im Ganzen ziemlich spärlich vor. Da die Gräser und Pflanzen überhaupt, welche den Pflanzenfressern zur Nahrung dienen, die Bittererde fast nur an Phosphorsäure gebunden

Vorkommen.

enthalten, während durch ihren Harn nicht unbeträchtliche Mengen von kohlensaurer Bittererde austreten, so scheint ein Theil derselben erst im Organismus gebildet zu werden. Es wäre möglich, dass der aus den Vegetabilien stammende pflanzensaure Kalk sich im Organismus mit der phosphorsauren Bittererde derselben in phosphorsauren Kalk und pflanzensaure Bittererde umsetzte, die in kohlensaure Bittererde verwandelt durch den Harn austreten würde, eine von Lehmann ausgesprochene Ansicht, die durch die Armuth des Harns pflanzenfressender Thiere an phosphorsauren Erden eine Stütze erhält.

Im Uebrigen gilt Alles, was beim kohlensauren Kalk angeführt wurde.

Phosphorsaures Natron:

$$3\,NaO, PO_5 — 2\,NaO, HO\,.\,PO_5 — NaO, 2\,HO\,.\,PO_5.$$

Sämmtliche Verbindungen des Natrons mit Phosphorsäure sind in Wasser löslich. Die Verbindungen $3\,NaO, PO_5$ und $2\,NaO, HO\,.\,PO_5$ reagiren alkalisch. Das saure Salz $NaO, 2\,HO\,.\,PO_5$ reagirt sauer.

Vorkommen

Vorkommen. Phosphorsaure Alkalien scheinen ein Bestandtheil aller thierischen Flüssigkeiten und Gewebe ohne Ausnahme zu sein. Im Blute enthalten die Blutkörperchen vorzugsweise phosphorsaures Kali, während im Serum die Natronsalze überwiegen und die geringe Menge der darin vorkommenden Phosphorsäure wohl an Natron gebunden ist. Auch von dem Vorkommen des phosphorsauren Natrons gilt, was beim kohlensauren Natron über die Schwierigkeit angeführt wurde, überall zu entscheiden, welches Alkali mit der Säure im Organismus verbunden ist. Das Vorkommen phosphorsaurer Alkalien ist mit Sicherheit constatirt und auch ohne erhebliche Schwierigkeiten zu constatiren, nicht so aber, ob in dem einen oder dem anderen Falle die Phosphorsäure in ihren löslichen Verbindungen nur an Kali, oder nur an Natron, oder an beide Basen gebunden ist, da fast überall beide Basen zusammen vorkommen. Die Analyse der Asche kann daher nur dann bestimmte Aufschlüsse geben, wenn die eine Base vollständig oder doch nahezu fehlt; ist dies nicht der Fall, so bleiben für die Gruppirung der Säuren und Basen immer verschiedene Möglichkeiten, ganz abgesehen davon, dass aus weiter oben angeführten Gründen die Zusammensetzung der Asche niemals einen bindenden Beweis für die Verbindungsformen ihrer Bestandtheile im unzerstörten Organismus abgeben kann. Gelingt es, aus den thierischen Flüssigkeiten durch blosses Abdampfen die fraglichen Salze krystallisirt zu erhalten, dann ist es mindestens sehr wahrscheinlich, dass sie als solche ursprünglich schon vorhanden waren.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Einige Angaben über die relativen Mengen phosphorsaurer Alkalien in verschiedenen Geweben und Flüssigkeiten pflanzenfressender und fleischfressender Thiere werden einen Fundamental-

unterschied in dem Verhältniss der phosphorsauren Alkalien zu den übrigen anorganischen Bestandtheilen anschaulich machen, auf den wir später noch zurückkommen werden.

In 100 Thln. Asche sind enthalten:

	Rindsblut	Schafblut	Schweineblut	Menschenblut
Phosphorsäure	5,06	5,21	12,29	11,10
Natron	13,00	13,33	7,62	6,27
Kali	5,60	5,29	22,21	11,24

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass die Blutasche der Grasfresser ansehnlich ärmer an phosphorsauren Alkalien ist, wie jene der fleischfressenden Thiere. Noch reicher an phosphorsauren Salzen ist die Blutasche der körnerfressenden Thiere. So hat man in der Asche des Hühnerblutes 26,62 Proc. Phosphorsäure und 27,34 Proc. Alkalien gefunden. Dagegen ist die Blutasche der grasfressenden Thiere reicher an Kohlensäure. Die Omnivoren stehen in der Mitte.

Zustände im Organismus.

Zustände des phosphorsauren Natrons im Organismus. Die phosphorsauren Alkalien können im Organismus ihrer bedeutenden Löslichkeit halber nicht wohl anders als gelöst vorkommen. Eine weitere Frage aber ist, welche Sättigungsformen vorkommen. Es sprechen viele Gründe dafür, dass es hauptsächlich die beiden Verbindungen $2 NaO, HO . PO_5$ und das saure Salz $NaO, 2 HO . PO_5$ sind, wobei jedoch die Möglichkeit des Vorkommens der Verbindung $3 NaO, PO_5$ nicht ausgeschlossen ist. Pyro- und metaphosphorsaures Natron findet man wohl in den Aschen, allein hier wird es durch die Einwirkung der Hitze auf die beiden obigen Verbindungen unzweifelhaft erst erzeugt. Jedenfalls ist das Salz $2 NaO, HO . PO_5$ das verbreitetste. Im Allgemeinen sind übrigens die phosphorsauren Alkalien, wenn wir vom Blute absehen, hauptsächlich in sauer reagirenden Flüssigkeiten vorherrschend, so im Harn, im Muskelsafte, den parenchymatösen Flüssigkeiten einiger Drüsen.

Abstammung.

Abstammung. Den grasfressenden Thieren werden durch ihre Nahrung phosphorsaure Salze in genügender Menge zugeführt, um den geringen Gehalt ihres Blutes an diesen Salzen zu erklären. Der Gehalt der Pflanzennahrung an Phosphorsäure und an Alkalien ist annähernd der des Blutes der pflanzenfressenden Thiere. Dasselbe gilt von den Körnerfressern und den Omnivoren. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass die phosphorsauren Salze des Thierorganismus von der Nahrung stammen. Allein es ist eine andere Frage, ob die phosphorsauren Alkalien als solche dem Organismus zugeführt werden, oder ob dieselben erst durch Wechselzersetzung phosphorsaurer alkalischer Erden mit Alkalisalzen entstehen. Obwohl letzteres nicht unwahrscheinlich ist, fehlt dafür doch jeder Beweis; dagegen lässt der grosse Reichthum der Flüssigkeiten des Fleisches und anderer Gewebe an phosphorsaurem Kali und

Chlorkalium, während im Blute Chlornatrium und phosphorsaures Natron constant vorkommen, nicht bezweifeln, dass von dem Blute aus Kali- und Natronsalze nicht in jenem Verhältnisse, in welchem sie in letzterem enthalten sind, nach den Muskeln und anderen Geweben austreten. Berücksichtigt man überdiess, dass in den Binnenländern die pflanzenfressenden Thiere mit ihrer Nahrung fast nur Kalisalze erhalten, so is es klar, dass das für die Integrität ihres Blutes nöthige phosphorsaure Natron erst im Organismus selbst erzeugt werden müsse und dies könnte allerdings durch Umsetzung des phosphorsauren Kalis mit dem Chlornatrium der Nahrung in phosphorsaures Natron und Chlorkalium geschehen. Es würde sich hieraus zugleich die Nothwendigkeit eines Kochsalzzusatzes zur Nahrung in jenen Fällen erklären, in welchen die in der Nahrung enthaltene Menge Kochsalz zu einer derartigen Umsetzung nicht hinreichte.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Die Ausscheidung der phosphorsauren Alkalien erfolgt vorzugsweise durch die Nieren und den Darm. Bei den fleischfressenden Thieren, deren Blut reich an phosphorsauren Salzen ist, treten diese durch den Harn aus; allein durch die Producte des Stoffumsatzes, welche Säuren darstellen: durch die Harnsäure, Hippursäure und Schwefelsäure, letztere stammend von dem Schwefel der Albuminate und seiner Derivate, wird dem phosphorsauren Alkali ein Theil seiner Basis entzogen, ein entsprechender Theil der damit verbundenen Phosphorsäure wird frei und das ursprünglich alkalisch reagirende Salz wird neutral, oder nimmt saure Reaction an. Hieraus erklärt sich das Vorkommen von saurem phosphorsaurem Natron: $NaO, 2HO . PO_5$, im Harn zur Genüge. Da aber eine durch Phosphorsäure saure Flüssigkeit die Eigenschaft besitzt, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde aufzulösen, so enthält der durch Phosphorsäure saure Harn der Fleischfresser und Omnivoren stets phosphorsaure Erden, die auf diesem Wege ausgeschieden werden. Anders bei den Grasfressern; hier finden sich nur sehr wenig phosphorsaure Salze im Harn, obgleich sie in ihrer Nahrung stets phosphorsaure Salze in der Form von Alkalien und Erdsalzen zugeführt erhalten. Die organisch-sauren Salze der alkalischen Erden, welche sie verzehren, werden in ihrem Leibe jedenfalls zum Theil mit den phosphorsauren Alkalien in phosphorsaure Erdsalze und in kohlensaure Alkalien umgesetzt. Letztere werden durch den Harn ausgeschieden, ertheilen ihm die eigenthümliche Beschaffenheit, die den Harn der Pflanzenfresser charakterisirt und werden dadurch, dass sie ihre Basen ganz ähnlich dem phosphorsauren Natron mit der Hippursäure und Schwefelsäure theilen müssen, zu sauren kohlensauren Alkalien, die ein der Menge der freien Kohlensäure entsprechendes Lösungsvermögen für kohlensaure Erdsalze besitzen; wir finden daher die im Blute gebildeten kohlensauren Erden, insofern sie nicht in phosphorsaure umgesetzt sind, im Harne der Pflanzenfresser wieder, wo sie durch die freie Kohlensäure

gelöst sind, sich aber mit dem Entweichen der letzteren beim Stehen des Harns als Sedimente abscheiden. Eine kohlensaure Alkalien und freie Kohlensäure enthaltende Flüssigkeit besitzt aber für phosphorsaure Erdsalze kein erhebliches Lösungsvermögen; es können daher dieselben auch nicht im Harn der Grasfresser in bemerklicher Menge gelöst sein. Die diesen Thieren durch die Nahrung zugeführte Phosphorsäure tritt grösstentheils in der Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde durch den Darm aus. Dies machen nachstehende Analysen der anorganischen Bestandtheile des Harns und der Fäces von Pferden und Kühen anschaulich.

Nach Abzug des Kochsalzes enthalten:

	Harn		Fäces	
	(Pferd)	(Kuh)	(Pferd)	(Kuh)
Kali	28,97	56,74	9,33	17,15
Natron	—	1,31	0,61	6,30
Kohlensäure	27,28	31,04	—	—
Kalk	27,75	1,74	5,22	7,31
Bittererde	4,22	4,09	2,03	4,50
Eisenoxyd	0,79	0,31	2,03	3,34
Schwefelsäure	6,48	4,63	3,92	3,23
Kieselerde	—	—	59,96	41,00
Phosphorsäure	—	—	7,92	17,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die allgemeine Verbreitung der phosphorsauren Alkalien im Organismus und ihr vorwiegendes Vorkommen in den Haupternährungsflüssigkeiten lässt von vornherein an einer hervorragenden physiologischen Bedeutung derselben nicht zweifeln. Worin aber diese Bedeutung besteht und welche Functionen durch die Gegenwart der phosphorsauren Alkalien vermittelt werden, ist noch grösstentheils unaufgeklärt. Die Verhältnisse ihres Vorkommens, ihrer Zustände, ihrer Umsetzungen u. s. w. geben uns wohl Andeutungen, aber wenig mehr.

So ist es in hohem Grade bemerkenswerth, dass überall, wo in den Geweben freie Säure auftritt, saure phosphorsaure Alkalien vorkommen, die demnach an dieser sauren Reaction mindestens ihren Antheil haben. Dieses Vorkommen von sauren phosphorsauren Alkalien in den Geweben ist um so merkwürdiger, als letztere die phosphorsauren Salze doch nur durch das Blut erhalten können, im Blute aber basische oder neutrale phosphorsaure Salze vorkommen. Den Schlüssel zu diesem Räthsel giebt allerdings die Thatsache, dass in den Geweben organische Säuren erzeugt werden, die sich eines Theiles der Basen der neutralen oder basischen phosphorsauren Salze bemächtigen und sie dadurch in saure Salze verwandeln. Bedenkt man, dass alle gewebsbildenden Substanzen gewisse phosphorsaure Salze mit grosser Hartnäckigkeit zurückhalten, dass alle

Ernährungsflüssigkeiten phosphorsaure Alkalien enthalten, ja dass dieselben selbst in Transsudaten, die organisationsfähig sind, niemals fehlen, so wird man daraus wohl schliessen dürfen, dass phosphorsaure Salze zur Gewebsbildung unentbehrlich sind und man wird auch die Beobachtung C. Schmidt's, nach welcher sich selbst bei der Bildung solcher Organe von Thieren, in welchen später der kohlensaure Kalk bei Weitem vorwiegt, anfangs eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen ansammelt, in diesem Sinne deuten müssen. Zu demselben Schlusse drängt auch die Thatsache, dass das Fleisch und die Gewebe pflanzenfressender Säugethiere ebenso reich an phosphorsauren Salzen gefunden werden, wie das Fleisch der Fleischfresser, während doch die Nahrung und das Blut der ersteren sehr arm, jene der Fleischfresser dagegen sehr reich daran ist. Es muss demnach der Uebertritt der Phosphate nach den Geweben durch eine besondere Anziehung erfolgen. Andererseits deutet die Anhäufung der phosphorsauren Salze in einzelnen Theilen, wie in den Muskeln, den Nerven, den Blutkörperchen, der Dotterflüssigkeit, auf eine besondere Beziehung zu jenen wichtigen Gebilden. Es ist in dieser Beziehung interessant, dass Nerven ihre Lebenseigenschaften in einer mehrprocentigen Lösung phosphorsaurer Alkalien lange und vorzugsweise gut erhalten (Ludwig). In den Geweben kommen die phosphorsauren Alkalien als saure Salze vor, was schon daraus erhellt, dass man in der Asche derselben die phosphorsauren Salze meist als metaphosphorsaure findet. Die Gewebsbildung erfolgt demnach unter Mitwirkung einer freien Säure und scheint von der Gegenwart einer solchen und namentlich von der Gegenwart der Phosphorsäure abhängig zu sein, denn wir besitzen keine Anhaltspunkte dafür, dass in dem Bildungsprocesse der Gewebe die Phosphorsäure durch eine andere Säure ersetzt werden könne.

Anders aber verhält es sich mit dem Blute. Hier scheint nach Allem, was wir darüber bereits S. 87 beim kohlensauren Natron angeführt haben, Bildung und Function an die Gegenwart eines vorwaltenden Alkalis geknüpft zu sein und dass es dabei auf die Natur der mit dem Alkali verbundenen Säure nur in sofern ankommt, als durch selbe das Vorwalten des Alkalis möglich gemacht wird, lehrt einfach die Thatsache, dass das Blut der Pflanzenfresser und Fleischfresser einerlei Beschaffenheit besitzt und seine Functionen in gleicher Weise von Statten gehen, trotzdem dass das Blut der Pflanzenfresser vorzugsweise kohlensaures und jenes der Fleischfresser phosphorsaures Alkali enthält. Wenn der Mensch sich von Vegetabilien nährt, so erhält sein Blut anstatt der phosphorsauren Alkalien hauptsächlich kohlensaure und sein Harn nimmt die Beschaffenheit des Harnes pflanzenfressender Thiere an. Allein die Function des Blutes, die Ernährung, der Gasaustausch in den Lungen erleidet dadurch durchaus keine Störung. Der Ausspruch Liebig's, wie so Vieles, was dieser geniale Forscher ausgesprochen, anfänglich lebhaft bestritten: dass im Blute phosphorsaure und kohlensaure Alkalien sich gegenseitig vertreten können und bei den Functionen des Blutes

die Phosphate nicht als solche, sondern nur insofern in Betracht kommen, als sie in ihren Eigenschaften als basische Salze mit den kohlensauren übereinstimmen, ist nicht nur allein nicht widerlegt, sondern hat in den neueren Versuchen über die Gase des Blutes und über das Verhalten der phosphorsauren Alkalien gegen Kohlensäure, auf welche wir bereits weiter oben Bezug nahmen, volle Bestätigung erhalten. Die chemische Anziehung, welche das Blut auf Kohlensäuregas ausübt, und durch welche der Gaswechsel vermittelt wird, ist wahrscheinlich abhängig von den phosphorsauren und den kohlensauren Alkalien, welche das Blut enthält, so wie Alles, was wir über die im Blute bei Gegenwart vorwaltenden Alkalis stattfindenden und durch selbes vermittelten Oxydationen S. 88 angeführt haben, sich auch auf die phosphorsauren Alkalien des Blutes beziehen lässt.

Literatur: Liebig: Chem. Briefe Bd. II, S. 891 ff. — Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2te Aufl. Bd. I, S. 409, u. Bd. III, S. 197 u. f. f. — Fernet l. c. Heidenhain und Meyer l. c. — Schöffer l. c. W. Preyer l. c.

Phosphorsaures Kali: $3KO, PO_5$ — $2KO, HO . PO_5$ — $KO, 2HO . PO_5$.

Vorkommen u. s. w.

Vorkommen. Alles von dem Vorkommen der phosphorsauren Alkalien weiter oben Gesagte bezieht sich natürlich auch auf das phosphorsaure Kali, von dem namentlich die Formen $2KO, HO . PO_5$ und $KO, 2HO . PO_5$ im Thierorganismus nachgewiesen sind. Wohl überall ist das phosphorsaure Kali von phosphorsaurem Natron mehr oder weniger begleitet, vorherrschend aber sind die Kalisalze überhaupt und namentlich auch das phosphorsaure Kali in den Blutkörperchen, dem Eidotter und im Fleische. Saures phosphorsaures Kali bedingt neben Milchsäure die saure Reaction des Muskelsaftes.

Wir verweisen im Uebrigen auf das bei Gelegenheit des phosphorsauren Natrons Gesagte. Alles was dort über Zustände, Ein- und Austritt und physiologische Bedeutung angeführt wurde, hat für das phosphorsaure Kali vollkommene Geltung. Dass es in Wechselwirkung mit Chlornatrium im Organismus wenigstens zum Theil in Chlorkalium und phosphorsaures Natron umgesetzt werde, haben wir schon weiter oben als wahrscheinlich bezeichnet. Erwähnenswerth ist die von J. Ranke ermittelte Thatsache, dass das saure phosphorsaure Kali bei seiner gesteigerten Anhäufung im Muskel (künstlich durch Einspritzen in die Muskelcapillaren) die Muskelerregbarkeit herabsetzt, gleichzeitig aber erhöhte Erregbarkeit des peripherischen Nervensystems hervorruft. Es zählt demnach zur Hemmungseinrichtung der Muskeln, zu den „ermüdenden“ Stoffen.

Literatur: J. Ranke: Centralbl. f. d. med. Wissenschaft. 1865, S. 577.

Phosphorsaurer Kalk.

Neutraler: $3\,CaO,\ PO_5$. — Saurer: $2\,CaO,\ HO\,.\,PO_5$.

Tritt gewöhnlich als weisse erdige Masse auf. In Harnsedimenten findet er sich zuweilen als amorphes, das Licht stark brechendes Pulver, welches daran erkannt wird, dass es unlöslich in Wasser und Alkalien, löslich aber in Mineralsäuren ist, und aus der sauren Lösung durch Alkalien amorph gefällt wird. In obsoleten Tuberkeln und anderen thierischen Kalkablagerungen erscheint der phosphorsaure Kalk ebenfalls meist amorph, doch hat man ihn im Eiter cariöser Knochen und in Concretionen der Arterien, der Harnröhre und Lungen auch schon krystallisirt gefunden. Vergl. Robin et Verdeil: Atlas de Chim. anatom. etc. Pl. II. Fig. 4.

Der saure phosphorsaure Kalk ist in Wasser leicht löslich, von saurem Geschmack und saurer Reaction, und kann in Blättchen krystallisirt erhalten werden. Robin und Verdeil wollen diese Verbindung im Menschen- und Hundeharn gefunden haben und bilden die beim Abdampfen gebildeten Krystalle ab. Atlas Pl. III, Fig. 1.

Vorkommen.

Vorkommen. Der phosphorsaure Kalk findet sich in allen Geweben und Flüssigkeiten des thierischen Organismus ohne Ausnahme, wenngleich in einigen nur spurenweise. In grösserer Menge ist er vorzugsweise in den Knochen und Zähnen enthalten; Knochen und Zähne sind die Hauptdepots für den phosphorsauren Kalk; sie enthalten über $^2/_3$ ihres Gewichtes phosphorsauren Kalk. Auch in Ossificationen, Incrustationen und Concretionen finden sich grössere Mengen. So besteht namentlich die Rinde fast aller grösseren Harnsteine aus phosphorsaurem Kalk und bildet zuweilen in geschichteten Harnsäure- und Maulbeersteinen einzelne dieser Schichten oder auch wohl ihren Kern. Bei denjenigen Harnsteinen, welche sich um einen aus einem fremden Körper bestehenden Kern anlagern, ist der phosphorsaure Kalk gewöhnlich der Hauptbestandtheil. Wir wollen endlich bezüglich des Vorkommens des phosphorsauren Kalks noch hervorheben, dass alle histogenetischen organischen Stoffe: die Albuminate und ihre Derivate, sowie die Gewebe selbst, chemisch isolirt, d. h. von allen fremdartigen Stoffen nach Möglichkeit befreit, beim Verbrennen immer noch eine geringe Menge Asche hinterlassen, die vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalk besteht. Eine Ausnahme hiervon macht, so viel bis jetzt bekannt ist, nur das elastische Gewebe.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Bei weitem der grösste Theil des phosphorsauren Kalks ist im festen Zustande in den Knochen und Zähnen abgelagert und zwar, wie es nun ausser allem Zweifel ist, in der Form des dreibasischen phosphorsauren Kalks von der Formel $3\,CaO,\ PO_5$. Auch in anderen festen Geweben, wie in den Haaren, den Nägeln, Klauen u. s. w., ist er in fester Gestalt enthalten. Allein nicht nur alle Gewebe enthalten phosphorsauren Kalk, sondern auch die thierischen Flüssigkeiten; in diesen aber kann er, insofern die Flüssigkeiten keine festen Theile suspendirt halten, nur gelöst vorkommen. Da aber der basisch phosphorsaure Kalk in Wasser vollkommen unlöslich ist, so fragt

es sich, wodurch er in den thierischen Flüssigkeiten gelöst wird. Wenn wir uns daran erinnern, dass alle Albuminate, somit die Hauptbestandtheile der Ernährungsflüssigkeiten, so rein wie immer möglich dargestellt, immer noch etwas hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehende Asche hinterlassen, so werden wir zur Annahme geführt, dass er in den thierischen Ernährungsflüssigkeiten an diese Albuminate chemisch gebunden und in dieser Verbindung in Wasser löslich sein müsse. Dafür sprechen auch mehrere von Liebig hervorgehobene Thatsachen, auf die wir an einem anderen Orte eingehen werden. Ueberdies wissen wir, dass organische Säuren, wie Milchsäure, und gewisse Salze, so namentlich Kochsalz, in wässeriger Lösung, endlich auch freie Kohlensäure etwas phosphorsauren Kalk aufzulösen vermögen. Phosphorsaure Alkalien und freie Kohlensäure finden sich aber im Blute und in diesem sowie in allen thierischen Flüssigkeiten überdies auch eine nicht unbeträchtliche Menge Kochsalz. In manchen Geweben wie im Fleischsafte endlich saure phosphorsaure Alkalien, Milchsäure und andere organische Säuren.

Im Harn, in welchem sich bei Fleischfressern und Omnivoren ebenfalls phosphorsaurer Kalk vorfindet, ist er jedenfalls als saures Salz, $CaO, 2HO.PO_5$, enthalten, welches an und für sich in Wasser löslich ist. Da, wo der Harn, wie bei den Pflanzenfressern, keine freie Säure ausser Kohlensäure enthält, wohl aber kohlensaure Alkalien, enthält er auch nur wenig phosphorsauren Kalk und selben meist nur suspendirt und sedimentirend. Dass sich aus dem Harn zuweilen Sedimente von krystallinischem phosphorsauren Kalk abscheiden und dass man auch im Eiter cariöser Knochen, sowie in gewissen Concretionen ihn in Krystallen abgelagert gesehen haben will, wurde bereits weiter oben erwähnt. Erwähnenswerth ist hier die von Bence Jones gemachte Beobachtung, dass auch im Menschenharne krystallisirter saurer phosphorsaurer Kalk sich ausscheidet, wenn man Chlorcalcium zum Harne setzt, oder auch wohl nur die Säure vorsichtig abstumpft. Auch durch passende Diät und Arzneien: Kalkwasser, kohlensaures Kali u. s. w. kann bewirkt werden, dass sich krystallinischer dreibasischer phosphorsaurer Kalk ausscheidet.

Abstammung.

Abstammung. Es ist durch die thatsächlichen Verhältnisse bewiesen, dass der grösste Theil des im Thierkörper vorkommenden phosphorsauren Kalks ihm durch die Nahrung zugeführt wird, gleichgültig, ob die Nahrung Fleischnahrung oder vegetabilische ist; so auffallend dies auf den ersten Blick in Berücksichtigung der grossen Menge des phosphorsauren Kalks im Knochensystem erscheint, so hat doch gerade für dieses Boussingault durch eine seiner werthvollen Untersuchungen gezeigt, dass bei zum Theil mit Kartoffeln gefütterten Schweinen in allen Fällen, wo der phosphorsaure Kalk der Nahrung nicht hinreichte, um die Zunahme desselben in den Knochen bei der Entwickelung der Thiere zu erklären, das genossene Wasser immer so viel davon enthielt, dass noch ein Ueberschuss erübrigte, der sich in den Excrementen wiederfand. In der ersten Periode, wo die Thiere das gewöhnliche gemischte

Mastfutter erhielten, enthielt die Nahrung weit grössere Mengen von phosphorsaurem Kalk als der Organismus aufnahm, erst als nur Kartoffeln gefüttert wurden, liess sich die Zunahme des phosphorsauren Kalks in den Knochen nicht mehr von der Nahrung allein ableiten, allein das mit den Kartoffeln genossene Wasser enthielt eine zur Deckung des Ausfalls vollkommen genügende Menge. Es versteht sich von selbst, dass bei Fleischnahrung sich die Verhältnisse noch viel günstiger gestalten müssen, da das Fleisch so reich an phosphorsauren Salzen ist und eine nicht unbeträchtliche Menge phosphorsauren Kalks enthält. In Bezug auf die Entwickelung gesäugter Thiere ist das Vorwiegen des phosphorsauren Kalks in der Asche der Milch bemerkenswerth. Immerhin aber ist es wahrscheinlich, dass ein wenn auch geringer Antheil des im Thierorganismus vorkommenden phosphorsauren Kalks in selbem erst gebildet wird. Bereits S. 97 wurde erwähnt, dass die organisch - sauren Kalksalze, welche die Pflanzenfresser verzehren, in ihrem Leibe in kohlensauren Kalk umgesetzt, sich mit den phosphorsauren Alkalien der Nahrung in phosphorsauren Kalk und kohlensaure Alkalien zerlegen können und dass eine derartige wenigstens theilweise Zerlegung wahrscheinlich erscheint. Diese Wahrscheinlichkeit ergiebt sich auch aus den zahlreichen Versuchen Valentin's, die zeigten, dass neugebildete Knochen reicher an kohlensaurem Kalk sind, der erst allmählich in phosphorsauren Kalk umgewandelt wird. Endlich lehrt dies die wichtige Thatsache, dass der Gehalt unbebrüteter Eier an phosphorsaurem Kalk ein viel geringerer ist, wie der des entwickelten Embryos. Prout hat gefunden, dass beim Bebrüten der Hühnereier zwar der Phosphorsäuregehalt des Eiinhalts gleich bleibt, der Kalkgehalt aber um ein Bedeutendes zunimmt. Da die Phosphorsäure im Dotter zum Theil wahrscheinlich in der Form von Glycerinphosphorsäure enthalten ist, so erscheint es wohl möglich, dass diese Säure während der Bebrütung allmählich zerlegt wird und frei geworden, sich mit dem aus der Schale stammenden und in das Ei gelangenden kohlensauren Kalk in phosphorsauren Kalk umsetzt.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Da die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung enthalten, so ist es klar, dass durch den Darm eine nicht geringe Menge von phosphorsaurem Kalk ausgeschieden wird, der aber, insofern er von den Nahrungsresten stammt, kein assimilirter Bestandtheil des Organismus geworden war. Der in löslicher Form mit den Nahrungsmitteln in den Organismus gebrachte phosphorsaure Kalk jedoch, oder der im Organismus löslich gewordene, der vom Stoffwechsel stammende phosphorsaure Kalk wird bei Fleischfressern und Omnivoren jedenfalls zum grössten Theile durch die Nieren ausgeschieden. Sein Gelöstsein im Harn der Fleischfresser ist bedingt durch den Gehalt desselben an freier Säure. Bei den Pflanzenfressern dagegen finden wir nur geringe Mengen von Phosphaten im Harn; hier ist das Hauptausscheidungsorgan für diese Salze der Darm, wie bereits Seite 98 gezeigt wurde.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des phosphorsauren Kalks in den Knochen ist klar; er bedingt hier durch seine Verbindung mit der leimgebenden Substanz den eigenthümlichen Consistenzgrad der Knochen; dies geht unwiderleglich auch aus der Thatsache hervor, dass eine Abnahme des phosphorsauren Kalks in den Knochen immer auch eine Abnahme ihrer Festigkeit zur Folge hat. Die Rhachitis, Knochenbrüchigkeit, Knochenerweichung sind Krankheitsformen, die durch einen geringeren Gehalt der Knochen an phosphorsaurem Kalk bedingt sind. Nicht minder beweisend ist es, dass überall da, wo dem Organismus entweder nicht genug phosphorsaurer Kalk zugeführt wird, oder wo ein grösserer Verbrauch dieses Salzes stattfindet, Knochenerweichung eintreten kann. Daher die Knochenerweichung, welche man zuweilen in der Schwangerschaft, während des Zahnens der Kinder beobachtet; bei Schwangeren ist es der grosse Verbrauch für die Entwickelung des Fötus, der es bedingt, dass hier im Harn oft kaum Spuren von phosphorsaurem Kalk gefunden werden und dass Knochenbrüche bei solchen sehr schwer oder gar nicht heilen. Bei Kindern fällt aus demselben Grunde, wegen des grossen Verbrauchs an phosphorsaurem Kalk zur Entwickelung des Zahngewebes die Rhachitis häufig mit dem Zahnen zusammen. Sehr bemerkenswerth in dieser Beziehung sind die Beobachtungen von Chossat, der bei Thieren künstlich Knochenerweichung hervorbrachte, wenn er ihnen an phosphorsaurem Kalk sehr armes Futter reichte. Das constante Vorkommen des phosphorsauren Kalks in allen Geweben und die innige Verbindung desselben mit den eigentlich gewebsbildenden Materien, wie Albumin, Fibrin, Leim u. s. w., sowie auch seine Ablagerung in die Elementarorgane gewisser Gewebe unter gewissen pathologischen Verhältnissen giebt uns einen deutlichen Fingerzeig, dass dieses Salz eine bestimmte Rolle bei der Bildung und Entwickelung aller Gewebe spielen müsse. Worin aber diese Rolle besteht, ist uns noch gänzlich unbekannt. Liebig hat hervorgehoben, dass, nach einigen Thatsachen zu schliessen, die Albuminate mit den phosphorsauren Erdsalzen sich wirklich chemisch vereinigen können und dass die theilweise Unlöslichkeit der Gewebe und Gewebsbildner in Wasser und in alkalischen Flüssigkeiten von der Gegenwart des phosphorsauren Kalks abhängig sei. Er hält es für wahrscheinlich, dass das Gerinnen des Albumins, des Blutserums und der Eier in der Hitze auf dem Austreten von Alkali und auf der Bildung einer neuen, in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien in der Kälte unlöslichen Verbindung des Albumins mit Phosphorsäure und Kalk beruhe.

Literatur: Boussingault: Annal. d. Chem. u. Pharm. LIX, 322. — Valentin: Repert. für Anat. u. Physiol. 1838. 306. — Prout: Philos. Transact. 1822. 365, u. Schweigg. Journ. Bd. XLVI, 287. — Chossat: Gaz. méd. de Paris. 1842. 208. — H. Bence Jones: Chem. Soc. Quart. Journ. Vol. XV, pag. 8 bis 15.

Phosphorsaure Bittererde: $3\,MgO, PO_5$.

Eine Verbindung, $2\,MgO, HO.PO_5 + 14$ aq., krystallisirt in sechsseitigen Verticalprismen mit geeigneter Endfläche und scheidet sich aus dem Harn pflanzenfressender Thiere nicht selten als Sediment oder beim Eindampfen aus. Gute Abbildungen finden sich bei Robin et Verdeil: Atlas Pl. II, Fig. 1 (aus Kaninchenharn), Pl. X, Fig. 1 (Kaninchenharnsediment).

Vorkommen.

Vorkommen. Die phosphorsaure Bittererde findet sich ebenso wie der phosphorsaure Kalk in allen Geweben und Flüssigkeiten des Thierkörpers, gewöhnlich aber in weit geringerer Menge. Eine Ausnahme hiervon macht, so viel bis jetzt bekannt ist, das Fleisch und die Thymusdrüse, in welchen der Gehalt an phosphorsaurer Bittererde den des phosphorsauren Kalks weit übertrifft. Die phosphorsaure Bittererde folgt dem phosphorsauren Kalk auch in die Concremente, die übrigens zuweilen vorherrschend oder ausschliesslich aus phosphorsaurer Bittererde bestehen, gewöhnlich aber als Ammoniak-Doppelsalz darin enthalten sind. Verhältnissmässig reich an phosphorsaurer Bittererde hat v. Bibra die Zähne der Pachydermen gefunden und derselbe Chemiker fand auch die von Berzelius und Valentin hervorgehobene Thatsache bestätigt, dass die Knochen der pflanzenfressenden Thiere mehr phosphorsaure Bittererde enthalten, wie die der fleischfressenden.

Die Verbindung $2\,MgO, HO.PO_5$ findet sich meist als Sediment im Harn der pflanzenfressenden Thiere, namentlich wenn sie von Körnern leben und ist auch in einigen Concretionen beobachtet. Zuweilen tritt sie krystallisirt auf, so im Kaninchenharn und scheidet sich auch aus dem Harn noch gesäugter Kälber beim Abdampfen desselben gleichzeitig mit Allantoin in wohlausgebildeten Krystallen aus. Auch beim Menschen und bei Hausthieren hat man Krystalle von phosphorsaurer Bittererde im Eiter, in der Flüssigkeit von pathologischen Cysten, in den hydropischen Flüssigkeiten der Pleura und des Peritoneums, an der Oberfläche cariöser und necrotischer Knochen und in einigen Concretionen aufgefunden.

Zustände.

Zustände im Organismus. Sowie der phosphorsaure Kalk ist auch die phosphorsaure Bittererde im Organismus theils im festen Zustande, wie in den Knochen, Zähnen und Concretionen, abgelagert, theils kommt sie in den thierischen Flüssigkeiten gelöst vor. Wir müssen uns hier ihre Lösung durch dieselben Momente bewirkt denken, die wir schon bei Gelegenheit des phosphorsauren Kalks angeführt haben. Das Gelöstsein im Harn ist stets von der Gegenwart freier Säure abhängig.

Abstammung.

Abstammung. Von dieser gilt ebenfalls grösstentheils das bei Gelegenheit des phosphorsauren Kalks Gesagte. Die phosphorsaure Bittererde gelangt in den Organismus durch die Nahrung, welche, gleichviel ob pflanzlicher oder thierischer Natur, genug davon enthält, um den Bedarf des Organismus zu decken. Namentlich sind die Körnerfrüchte reich an phosphorsaurer Bittererde.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Die Ausscheidungsorgane für die phosphorsaure Bittererde sind dieselben wie jene für den phosphorsauren Kalk: Nieren und Darm. Es ist aber jedenfalls auffallend, dass in den Excrementen pflanzenfressender Thiere die Menge der phosphorsauren Bittererde jene des phosphorsauren Kalks weit überwiegt und dass auch bei rein thierischer Nahrung dieses Salz in den Excrementen in bedeutender Menge auftritt. Man hat daraus den Schluss gezogen, dass die Chylusgefässe ein grösseres Resorptionsvermögen für phosphorsauren Kalk wie für phosphorsaure Bittererde besitzen, wobei man namentlich auch auf die bei Pflanzenfressern so häufigen Darmconcretionen hinwies, die fast nur aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen, ja oft gar keinen Kalk enthalten. Wahrscheinlicher ist es, dass diese Erscheinung durch den Umstand bedingt ist, dass überall da, wo phosphorsaure Bittererde mit Ammoniak in Berührung tritt, sich die unlösliche sogleich zu erwähnende Doppelverbindung von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde bildet und dass im Darmcanal, wo die Bedingungen zur Bildung dieser Verbindung vollständig gegeben sind, es wirklich zur Bildung derselben kommt, die, weil in alkalischen Flüssigkeiten unlöslich, dann natürlich nicht mehr resorbirt werden kann. Durch den Harn wird phosphorsaure Bittererde, durch die freie Säure des Harns gelöst ausgeschieden. Bei Pflanzenfressern, deren Harn übrigens nicht selten schon trübe gelassen wird, ist diese Trübung zuweilen durch bereits ausgeschiedene phosphorsaure Bittererde bedingt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, verweisen wir auf das beim phosphorsaurem Kalk Gesagte. Dies kann alles auch auf die phosphorsaure Bittererde bezogen werden.

Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia:
$2MgO, NH_4O \, . \, PO_5 + 12$ aq.

Diese Verbindung, so wie sie zuweilen im Thierkörper vorkommt, tritt in wohlausgebildeten Krystallen auf, die in der Regel ziemlich gross und von ausgezeichneter Schönheit sind. Die am häufigsten vorkommenden Gestalten sind Combinationen des rhombischen verticalen Prismas der Grundform ∞ P mit dem makro- oder brachydiagonalen Flächenpaar und drei entsprechenden gleichnamigen horizontalen Prismen. Der Winkel des makrodiagonalen Horizontalprismas beträgt 116° 4′, der des brachydiagonalen 82° 10′, der Neigungswinkel der Flächen des rhombischen Verticalprismas beträgt 57° 6′ und 122° 54′.

Gute Abbildungen mikroskopischer Formen finden sich bei Funke: Atlas Taf. XVII, Fig. 5, und Robin et Verdeil: Atlas Pl. VII, Fig. 1 u. 2, Pl. VIII, Fig. 1.

Die Krystalle lösen sich in allen Säuren, selbst Essigsäure sehr leicht auf, von Alkalien werden sie nicht angegriffen.

Vorkommen.

Vorkommen. Die phosphorsaure Ammoniak-Bittererde ist kein Normalbestandtheil des Organismus, obgleich sie sich unter bestimmten Bedingungen häufig genug darin findet. Vor Allem bildet sie nicht selten Sedimente im alkalischen Harn und fast jeder Harn setzt dieselben ab, wenn er zu faulen beginnt. Ueberhaupt ist diese Verbindung con-

stanter Begleiter aller thierischen Fäulnissvorgänge und wird daher auch in den Excrementen bei fauliger Zersetzung derselben angetroffen. Besonders häufig finden sich diese Krystalle in den Excrementen Typhuskranker, auch in den exulcerirten Darmgeschwüren selbst und in typhös infiltrirten Mesenterialdrüsen hat man sie aufgefunden. Im Urin Schwangerer bildet sich nicht selten an der Oberfläche eine aus organischer Materie bestehende Haut, die zahlreiche Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia einschliesst (Kyestëin). Im Pferdeharn findet man Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia besonders häufig. Endlich bildet diese Verbindung einen Bestandtheil zahlreicher thierischer Concretionen. So bestehen die Darmsteine bei Pflanzenfressern vorzugsweise aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia. In dem Darmstein eines Fuhrmannspferdes fand F. Simon 81,11 Proc. phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, in einer Concretion des Wurmfortsatzes eines Ochsen Wurzer 85,0 Proc. Auch in Blasensteinen, häufiger aber noch in den Nierensteinen des Menschen und der Säugethiere kommt diese Verbindung vor, gewöhnlich von phosphorsaurem Kalk begleitet; zuweilen aber auch mit Harnsäure, harnsauren Salzen und oxalsaurem Kalk abwechselnde Schichten bildend.

Die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia entsteht erst im Organismus, wenn sich in selbem aus irgend welcher Ursache Ammoniak entwickelt, welches sich sofort mit der überall vorkommenden phosphorsauren Bittererde zu diesem Doppelsalze vereinigt. Zuweilen entsteht sie aber erst ausserhalb des Organismus, so beim Alkalischwerden des schon längere Zeit gelassenen Harns. Indem nämlich der Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt, nimmt beim Stehen der sauer gelassene Harn allmählich alkalische Reaction an und ein Theil des Ammoniaks fällt mit der phosphorsauren Bittererde verbunden als Doppelverbindung nieder. Hieraus erklärt sich das constante Vorkommen dieser Krystalle bei der Fäulniss thierischer Stoffe, wobei Ammoniak erzeugt wird.

Pathologische Bedeutung.

Von einer physiologischen Bedeutung dieser Verbindung kann nach dem Erwähnten nicht die Rede sein, eher von einer pathologischen; allein auch diese ist im Allgemeinen gering. Alkalische Reaction des frisch gelassenen Harns und wirkliche Sedimente dieser Verbindung, die mit freiem Auge betrachtet oft ganz wie Eiter aussehen, deuten auf Leiden der Blase oder des Rückenmarks. Es ist ferner von ärztlicher Wichtigkeit, dass das Trinken stark alkalischer Mineralquellen, wie z. B. des Vichy-Wassers, nicht selten derartige Harnsedimente hervorruft. Donné erzählt einen Fall, wo der unzeitige 14tägige Gebrauch der Badecur zu Vichy die Bildung eines hauptsächlich aus phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde bestehenden Blasensteins veranlasste.

Phosphorsaures Natron-Ammoniak:

$NaO, NH_4O, HO . PO_5 + 8$ aq.

Vorkommen.

Auch diese Verbindung ist kein Normalbestandtheil des Thierorga-

nismus, und wir erwähnen sie nur deshalb, weil sie sich zuweilen beim Abdampfen des gefaulten Harns, oder wenn der Harnstoff sich überhaupt zu zersetzen beginnt, ausscheidet.

Der Habitus der Krystalle ist säulenförmig mit schwach geneigter Endfläche und geringer Abstumpfung der spitzeren Kanten des Prismas ∞ P der Grundform, sowie der Combinationskanten dieses letzteren mit der schiefen Endfläche. In Wasser und Säuren sind die Krystalle leicht löslich, und verwandeln sich beim Erhitzen in metaphosphorsaures Natron.

Schwefelsaure Alkalien: KO,SO_3 und NaO,SO_3.

Vorkommen

Vorkommen. Geringe Mengen von schwefelsauren Alkalien scheinen sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten und Geweben zu finden. Eine Ausnahme machen Milch, Galle und Magensaft, wo sie gänzlich fehlen, doch folgt daraus, dass schwefelsaure Alkalien in der Asche gefunden werden, noch keineswegs, dass sie in der unzerstörten Substanz auch bereits enthalten waren, denn alle schwefelhaltigen organischen Stoffe geben bei der Einäscherung Schwefelsäure, die in kohlensauren und anderen Alkalisalzen die Basen findet, mit denen sie sich vereinigen kann. Demungeachtet sprechen aber Wahrscheinlichkeitsgründe dafür, dass geringe Mengen von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Natron in der That im Blute und anderen Flüssigkeiten präformirt enthalten sind. Mit Bestimmtheit ist die Gegenwart löslicher schwefelsaurer Salze im Harn dargethan, in welchem sie ohne vorgängige Zerstörung der organischen Substanz durch die gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden können. Es ist ferner bemerkenswerth, dass nach den Versuchen von Bibra die Knochen der Fische und Reptilien nicht unbedeutende Mengen von schwefelsauren Alkalien enthalten. Wir haben keine Gründe dafür, uns die schwefelsauren Alkalien im Organismus anders als einfach gelöst zu denken.

Abstammung

Abstammung. Es kann als vollkommen bewiesen angesehen werden, dass die schwefelsauren Alkalien, die wir im Organismus und namentlich in seinen Excreten finden, nur zum Theil von Aussen stammen. Obgleich dem Thierkörper durch die Nahrung und durch das Wasser schwefelsaure Alkalien zugeführt werden und obgleich es an genauen Untersuchungen über die Mengen derselben, die auf diese Weise durchschnittlich in den Körper gelangen, noch fehlt, so haben wir doch gewichtige und sogleich zu erörternde Gründe für die Annahme, dass ein Theil der schwefelsauren Alkalien im Organismus selbst erst erzeugt werde und zwar durch Oxydation des Schwefels der schwefelhaltigen organischen Körperbestandtheile zu Schwefelsäure, die an Alkalien gebunden den Körper verlässt. Demnach erschienen die schwefelsauren Alkalien wenigstens zum Theil als Producte der regressiven Stoffmetamorphose.

Austritt. Die schwefelsauren Alkalien werden hauptsächlich durch

den Harn aus dem Körper ausgeschieden. Bei Gesunden bewegt sich die Menge der an Alkalien gebundenen Schwefelsäure, welche täglich und durchschnittlich durch den Harn entleert wird, zwischen 1,50 bis 2,50 Grammes. Dass nun aber diese Schwefelsäure nicht ausschliesslich von den mit der Nahrung eingeführten schwefelsauren Salzen stammt, wird dadurch bewiesen, dass die Schwefelsäure im Harn nicht allein durch die Einführung von Schwefelsäure und schwefelsauren Salzen eine Zunahme erfährt, sondern auch durch die Einführung von Schwefelverbindungen, deren Schwefel im Körper zu Schwefelsäure oxydirt werden kann, durch den innerlichen Gebrauch von Schwefel selbst, von Schwefelantimon u. dgl. m. Von ganz besonderer Bedeutung für die Frage nach der Abstammung der schwefelsauren Salze im Harn ist die von den zuverlässigsten Beobachtern wiederholt constatirte Thatsache, dass die Schwefelsäureausscheidung durch den reichlichen Genuss von Fleisch ganz entschieden vermehrt wird, während bei vorwaltend vegetabilischer Nahrung die Schwefelsäureausscheidung sinkt. Wenn man berücksichtigt, dass mit dem Fleische eine bedeutende Menge von schwefelhaltigen Albuminaten in den Organismus gelangt, so wird man für diese Thatsache kaum eine andere Deutung finden wie die, dass der mit den Albuminaten des Fleisches verbundene Schwefel im Blute allmählich zu Schwefelsäure oxydirt und als solche an Alkalien gebunden mit dem Harn ausgeschieden werde. Dass diese Ausscheidung die saure Reaction des Harns der Fleischfresser zum Theil bedingt, indem die im Organismus gebildete Schwefelsäure sich in die vorhandenen Basen der anderen Harnsalze theilt und dadurch saure Salze entstehen, wurde bereits S. 97 erwähnt. Die obige Deutung der Schwefelsäurevermehrung im Harn nach Fleischgenuss wird endlich auch dadurch gestützt, dass diese Vermehrung mit einer Vermehrung des Harnstoffs Hand in Hand geht.

Nach den Untersuchungen von Laveran und Millon werden von Aussen dem Organismus einverleibte schwefelsaure Alkalien nur dann durch den Darm ausgeschieden, wenn sie in grösseren Dosen genommen wurden, in geringeren werden sie vom Darm aus resorbirt und durch den Harn ausgeschieden.

Endlich ist es noch von Interesse, dass ein Theil der schwefelsauren Alkalien, die in den Darm gelangen, hier zu Schwefelmetallen reducirt werden kann. Dies wird namentlich neben directen Versuchen durch die bekannte Thatsache bewiesen, dass die schwarz bis schwarzgrün gefärbten Stuhlgänge von Personen, welche Mineralwässer trinken, die neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaure Alkalien enthalten, ihre Färbung ihrem Gehalt an einfach Schwefeleisen verdanken.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass die schwefelsauren Alkalien wenigstens zum Theil nur die Bedeutung von Auswürflingen haben. Wenn ihnen ausserdem, was übrigens keineswegs wahrscheinlich ist, noch eine sonstige physiologische Bedeutung zukommt, so ist diese zur Zeit noch gänzlich unbekannt.

Schwefelsaurer Kalk: $CaO \cdot SO_3$.

So wie der schwefelsaure Kalk in thierischen Untersuchungsobjecten zuweilen vorkommt, stellt er mikroskopische Krystalle dar, die Combinationen des klino- und orthodiagonalen Flächenpaars mit zwei Flächen der Pyramide der Grundform darstellen. Der schwefelsaure Kalk ist in Wasser, Säuren und Alkalien gleich schwer löslich, in Alkohol ist er vollkommen unlöslich.

Abbildungen von mikroskopischen Gypskrystallisationen finden sich bei Robin et Verdeil: Atl. Pl. VI, Fig. 1.

Vorkommen. Es erscheint zweifelhaft, ob der schwefelsaure Kalk unter normalen Bedingungen in thierischen Organismen vorkommt. Man will ihn im Blute, im pancreatischen Safte, in den Excrementen, in rhachitischen Knochen und in den Knorpeln des Skelettes der Squalen gefunden haben, allein diese Angaben sind mit Vorsicht aufzunehmen, da es wahrscheinlich ist, dass da, wo schwefelsaurer Kalk gefunden wurde, er sich erst durch mannigfache Zersetzungsvorgänge gebildet hatte.

Vorkommen.

Auch als Bestandtheil gewisser Gallensteine wurde er angegeben.

d. Säuren.

Von freien anorganischen Säuren kommen nur zwei als Bestandtheile thierischer Organismen in Betracht und auch diese nur in sehr untergeordneter Weise, nämlich Salzsäure und Schwefelsäure.

Chlorwasserstoffsäure: HCl.

Vorkommen. Die Gegenwart freier Salzsäure ist bis jetzt im Magensafte des Menschen und der Säugethiere mit Bestimmtheit dargethan. Ausserdem wurde sie von Bödeker und Troschel in dem Speicheldrüsensecret von *Dolium Galea* neben freier Schwefelsäure aufgefunden. Im Magensaft mit Knochen gefütterter Hunde fand Lehmann 0,098 bis 0,132 Proc. freie Salzsäure, C. Schmidt im speichelfreien Magensafte von Hunden 0,3347 Proc., im speichelhaltigen 0,2337 Proc., im Magensaft des Schafes 0,1234, in jenem des Menschen 0,020 Proc. Die tägliche Excretion würde sich nach demselben Beobachter beim Menschen auf 3,392 Grammes belaufen. Im Speicheldrüsensecret von *Dolium Galea* (einer Schneckenart Siciliens) fanden Bödeker und Troschel 0,4 Proc. freier Salzsäure.

Vorkommen.

Zustände im Organismus. Es ist darüber nichts Sicheres bekannt.

Zustände.

Abstammung. Es ist gewiss, dass die Salzsäure erst im Organismus erzeugt wird und es ist ebenso gewiss, dass es die Chlormetalle

Abstammung.

sind, welche sie liefern, namentlich aber Chlornatrium. Durch welche chemische Processe sie aber in Freiheit gesetzt wird, ist noch gänzlich unaufgeklärt.

Austritt.

Austritt. Die im Magensaft vorhandene freie Salzsäure verlässt den Organismus keinenfalls als solche. Nimmt man, was am wahrscheinlichsten ist, an, dass die freie Salzsäure vom Chlornatrium stamme, so werden durch die Zerlegung dieses Salzes entsprechende Mengen von Natron in Freiheit gesetzt, die mit dem alkalischen Pancreassecret und der alkalischen Galle in den Darm gelangen; tritt daher die Salzsäure mit dem Speisebrei in den Darm, so muss sie nothwendigerweise hier wieder neutralisirt werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der freien Salzsäure eine bestimmte physiologische Bedeutung in der Function des Magensaftes zukommt. Dies würde allein schon aus dem constanten Vorkommen der Salzsäure im Magensafte und aus der Thatsache hervorgehen, dass für die verdauenden Wirkungen des Magensaftes die Salzsäure nur durch die im Magensafte ebenfalls häufig, aber keineswegs constant vorkommende Milchsäure einigermaassen vertreten werden kann. Es sprechen aber noch unzweideutigere Gründe für einen Antheil der Salzsäure an den Functionen des Magensaftes. Vor Allem die Beobachtung, dass das Verdauungsvermögen des Magensaftes durch Sättigung der freien Säure desselben mittelst Alkalien aufgehoben wird, so wie andererseits durch Zufügen kleiner Mengen freier Salzsäure dasselbe wieder hergestellt werden kann; sodann die Thatsache, dass ein wässeriger Auszug der Magenschleimhaut für sich keine sogenannte künstliche Verdauungsflüssigkeit darstellt, wohl aber, wenn einige Tropfen Salzsäure zugesetzt werden. Dass durch die Salzsäure das Lösungsvermögen des Magensaftes für die Bestandtheile des Speisebreies zum Theil bedingt ist, bedarf keines weiteren Beweises, denn darin besteht ja am Ende die Function des Magensaftes, allein man darf sich andererseits die Wirkungen der Salzsäure keineswegs so einfach denken, wie man sich etwa die Wirkungen der Salzsäure als Lösungsmittel für sehr verschiedene Stoffe ausserhalb des Organismus denken mag. Dies geht schon aus der Thatsache hervor, dass Salzsäure aus Knochen ausserhalb des Organismus den phosphorsauren Kalk auszieht, die organische Substanz aber ungelöst lässt, während der Magensaft bei der Verdauung auch die organische Substanz des Knochens auflöst. Ebenso beweisend ist in dieser Beziehung die Beobachtung Elsässer's, dass Gegenwart zu viel freier Salzsäure bei zu geringer Verdünnung die Verdauung gänzlich aufhebt. Das günstigste Verhältniss findet nach Elsässer statt, wenn 100 Thle. der Magenflüssigkeit durch 1,25 Thle. Kali gesättigt werden.

Es ist nach dem Gesagten gewiss, dass die Salzsäure wohl einen Factor der Wirkung des Magensaftes darstellt, aber auch nur einen

Factor und dass der Werth dieses Factors und der Modus seiner Wirkung gegenwärtig noch nicht näher zu eruiren ist.

Literatur: Bödeker und Troschel: Bericht der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1854. S. 468. — Lehmann: Zoochemie. S. 36. u. 29. — C. Schmidt: Die Verdauungssäfte u. s. w. S. 46. — Elsässer: Die Magenerweichung der Säuglinge. 1846.

Schwefelsäure: HO, SO_3.

Vorkommen. Vorkommen. Freie Schwefelsäure ist nur einmal und bei einer einzigen Thierspecies als Bestandtheil nachgewiesen, nämlich im Speicheldrüsensecret von Dolium Galea, einer grossen Wasserschnecke des südlichen Europas. In 100 Thln. dieses Secretes, welches diese Schnecken, wenn gereitzt, mit grosser Kraft auf die Entfernung einiger Schritte hervorspritzen, fand Bödeker 2,7 Thle. Schwefelsäure als Monohydrat berechnet, neben 0,4 freier Salzsäure, 1,4 schwefelsauren, 1,6 anderen Salzen und organischer Substanz, und 93,9 Wasser. Das Secret schmeckte demgemäss auch stark sauer, machte die Zähne stumpf, und brauste in Berührung mit kohlensaurem Kalk.

So lange diese merkwürdige Beobachtung noch so vereinzelt steht und bis die Verhältnisse der Secretion bei diesen Thieren näher aufgeklärt sind, müssen wir uns mit der einfachen Mittheilung ein Genüge sein lassen und uns aller Schlussfolgerungen enthalten. Näheres über die fragliche Beobachtung Suchende verweisen wir auf die Abhandlung Troschel's in den Berichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854. August. S. 468.

e. Anorganische Stoffe, deren Verbindungsformen im Organismus noch nicht mit Sicherheit festgestellt sind.

Kieselerde: SiO_2.

Vorkommen. Vorkommen. Spuren von Kieselerde hat man in der Asche des Blutes, der Galle, des Harns und der Eier gefunden; in grösserer Menge tritt sie aber in der Asche der Haare, der Vogelfedern und der Excremente auf; ferner bestehen die Panzer der niedrigsten Thierclassen, der Infusorien, vorwiegend aus Kieselerde. So namentlich bei den Baccillarien. Endlich hat man Kieselerde auch hier und da als Bestandtheil von Concretionen nachgewiesen. Dazu ist übrigens zu bemerken, dass die in den Excrementen vorkommende Kieselerde zum Theil aus Sand besteht, der mit der Nahrung in den Körper gelangte.

Zustände. Zustände im Organismus. Ueber die Form, in welcher die Kieselerde in den Flüssigkeiten des Thierkörpers gelöst oder in den Ge-



weben abgelagert ist, haben wir auch nicht einmal annähernde Kenntniss. Dass ihre Lösung im Blute, im Harne, der Galle u. s. w. durch gewisse organische Substanzen vermittelt werde, ist an und für sich nicht unwahrscheinlich, allein wir haben dafür keine Beweise. Ebenso spricht die histologische Structur der Haare und Vogelfedern entschieden gegen eine einfache mechanische Ein- und Ablagerung der Kieselerde in diese Gewebe, und für eine innige Verbindung derselben mit der organischen Grundlage dieser Gewebe; allein die Natur dieser Verbindung ist noch völlig unbekannt.

Abstammung.

Abstammung. Es ist an und für sich klar, dass die Kieselerde des Thierorganismus von Aussen stammen muss und durch Nahrung und Getränke aufgenommen wird. Bedürfte dieser Satz eines besonderen Beweises, so wäre er durch den auffallenden Einfluss der Art der Nahrung auf den Kieselerdegehalt der Vogelfedern geliefert. Die Asche der Samen der Cerealien ist besonders reich an Kieselerde, und die Federn der Vögel, die sich von Körnern, Getreide u. s. w. nähren, sind die kieselerdereichsten.

Austritt.

Austritt. Ueber den Austritt der Kieselerde aus dem Organismus fehlen entscheidende Untersuchungen. Ob die im Harne höherer Säugethiere vorkommenden Spuren den ganzen Stoffumsatz der Kieselerde repräsentiren, muss dahin gestellt bleiben, sicher aber ist es, dass die im Harne vorkommende Kieselerde von der Umsetzung der Gewebe stammen muss, oder besser, dass sie assimilirt war. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass der Kieselerdegehalt der Excremente von den nichtassimilirten Nahrungsresten herrührt. Diess bezieht sich natürlich nicht auf solche Thiere, deren Nierensecret mit dem Darminhalt gemeinschaftlich entleert wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Ob die geringen Mengen von Kieselerde, welche man bei höheren Thierclassen findet, eine physiologische Bedeutung beanspruchen können oder nicht, wäre ohne Analogie schwierig zu entscheiden. Zieht man aber das constante Vorkommen relativ so bedeutender Mengen von Kieselerde in den Vogelfedern in Betracht, so dürfte sich die Frage, auch allgemeiner gefasst, eher entscheiden lassen. Gewiss ist es, dass für das Gewebe der Vogelfedern die Kieselerde eine histogenetische Bedeutung hat, eine Bedeutung, die zwar keine gleiche, aber eine ähnliche ist, wie die des phosphorsauren Kalkes für das Knochengewebe. In dem werdenden Knochen, d. h. dem Knorpel, ist die Knochenerde sehr untergeordnet; in ähnlicher Weise verhält sich die Kieselerde zur werdenden Feder. Wie mit der weiteren Entwickelung des Knochenknorpels immer mehr und mehr Erdsalze abgelagert werden, so nimmt auch die Kieselerde nach und nach in den Federn zu. Die Beobachtung Poleck's, der in der Asche des Hühner-

eiweisses 7 Proc. Kieselerde fand, eine Menge, die bedeutender ist, wie die in allen übrigen thierischen Stoffen, Haare und Federn ausgenommen, ist ebenfalls ein nicht zu missdeutender Fingerzeig für die Bedeutung der Kieselerde für die Entwickelung der Vogelfedern. Berücksichtigt man nun, dass nächst den Federn die Haare die kieselerdereichsten Gewebe sind, so wird man ohne grosses Bedenken die histologischen und physiologischen Analogien dieser Gewebe auch auf die Bedeutung der in ihrer Asche vorkommenden Kieselerde ausdehnen können. Inwiefern die Kieselerde für die Entwickelung dieser Gewebe nöthig ist und wodurch sie nützt, ist vorläufig vollständig unermittelt. Wir werden erst dann an die Lösung dieser Fragen denken können, wenn wir die Zustände der Kieselerde im Thierkörper ermittelt haben.

Literatur: Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXI, 37. u. LXVI, 321. — Henneberg: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXI, 255. — Laër: Annal. d. Chem. u. Pharm. XLIV, 172. — Poleck: Pogg. Annal. LXXVI, 360. — Fleitmann: Pogg. Annal. LXXVI, 358.

Eisen.

Wird in der Asche thierischer Stoffe stets als Oxyd gefunden und färbt dieselbe mehr oder weniger rothbraun. Die salzsaure Lösung derartiger Aschen hat eine gelbe Farbe und giebt, falls der Eisengehalt nicht etwa ein bloss spurenweiser ist, mit Schwefelammonium einen schwarzen, mit Ammoniak einen rothbraunen, mit Blutlaugensalz einen dunkelblauen, und mit Rhodankalium eine intensiv blutrothe Färbung.

Vorkommen.

Vorkommen. Vor Allem ist Eisen ein Bestandtheil des Blutes und zwar der Blutkörperchen. Daher rührt es, dass man bei Einäscherung des Blutes eine ganz rothbraun gefärbte Asche erhält. Das Vorkommen des Eisens im Blute beschränkt sich aber nur auf die Blutkörperchen und zwar ihren Farbstoff, das Hämatin, während das Blutserum eine eisenfreie Asche giebt. Da das Eisen ein wesentlicher und auch seiner Menge nach nicht unbedeutender Blutbestandtheil ist, so kann es nicht Wunder nehmen, dass man geringe Mengen von Eisenoxyd in der Asche aller Gewebe findet, in denen Blutgefässe verlaufen. Ausserdem aber wurde es im Magensaft, in der Asche der Haare und Vogelfedern, im Weissen und im Dotter des Hühnereies, im Chylus, der Lymphe, der Galle, in Gallensteinen, im schwarzen Pigment des Auges, endlich auch in der Milch und im Harne nachgewiesen, häufig allerdings nur in geringen Spuren.

Die relativ bedeutendste Menge von Eisen findet sich im Blute. Wenngleich die Hoffnung Menghini's, dass man aus dem Eisen des Blutes Nägel, Schwerter und andere Instrumente schmieden werde, sich ebensowenig erfüllte, wie die Absicht von Deyeux und Parmentier, aus dem Blute berühmter Männer eiserne Denkmünzen schlagen zu lassen,

so zeigen doch nachstehende Zahlen, dass das Eisen im Blute eines erwachsenen Mannes ein nicht unerhebliches Gewicht repräsentirt.

Nasse fand für 1000 Theile Blut nachstehender Thiere an Eisenoxyd:

	Eisenoxyd
Mann	0,832
Frau	0,779
Hund	0,833
Gans	0,822
Schwein	0,782
Huhn	0,765
Ochse	0,717
Pferd	0,697
Hammel	0,671
Katze	0,610
Truthahn	0,568
Ziege	0,469

Nimmt man nun 0,8 Eisenoxyd = 0,555 metallischem Eisen pr. mille als die normale Menge im Menschenblute an und als mittlere Blutmenge $^1/_{11}$ des Körpergewichts, so würde das Gewicht des im Gesammtblute eines erwachsenen 140 Pfund wiegenden Mannes enthaltenen Eisens 3,4996 Gramme oder 37,9 Gran betragen. Ganz ähnliche Zahlen wie Nasse erhielt Pelouze. Der Procentgehalt der Blutasche verschiedener Thiere schwankt zwischen 3,89 Proc. (Huhn) und 12,75 (Hund).

Nächst dem Eisengehalte des Blutes verdient auch noch der des Hühnereies eine besondere Erwähnung, weil sich aus der Vertheilung desselben im Albumen (Weissem des Eies) und Dotter ein sehr bemerkenswerther Gegensatz herausstellt. Während nämlich in 100 Thln. Dotterasche 1,45 Proc. Eisenoxyd gefunden wurden, betrug die Menge desselben in 100 Thln. Asche des Albumens nur 0,34 Proc. In der Asche der Galle fand Weidenbusch 0,23 Proc. Eisenoxyd.

Da das Eisen ein wesentlicher Bestandtheil der Blutkörperchen ist und zwar des Hämatins, dessen Eisengehalt ein constanter zu sein scheint, so sollte man glauben, dass das Eisen des Blutes ein Maass abgebe für den Gehalt des Blutes an Blutkörperchen. Das Verhältniss ist aber kein constantes.

Pathologisch findet sich das Eisenoxyd zuweilen in den Lungen in Folge von Inhalation des in den Spiegelschleifereien benutzten Colcothars (rothes Eisenoxyd). Zenker beobachtete einen derartigen Fall, welcher zum Tode führte und bei welchem durch die in das Parenchym abgelagerten Eisenoxydtheilchen die Lunge durchaus roth gefärbt war. Die von mir vorgenommene Untersuchung ergab, dass sich die Eisenoxydtheilchen durch Trituriren mit Weingeist leicht ausschlemmen liessen. Unter dem Mikroskope zeigten sie sich nach Art des körnigen Pigments in zellige Hüllen eingeschlossen, welche sich in Kali lösten, während das Eisenoxyd austrat. Der Eisenoxydgehalt der frischen Lunge betrug nicht weniger wie 1,45 Proc.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände des Eisens im Thierkörper: über die Verbindungsform, in welcher es darin vorkommt, fehlt es zwar nicht an Ansichten und Meinungen, wohl aber an beweisenden Thatsachen. Festgestellt ist darüber nichts.

Zustände.

Nach Einigen wäre das Eisen im Blute als Oxyd oder Oxydul, nach Anderen als metallisches Eisen enthalten, während wieder Andere es in organischer Verbindung als integrirenden Bestandtheil des Hämatins annehmen, etwa so, wie man sich den Schwefel in den Albuminaten, oder das Eisen in den Ferrocyanüren und Ferridcyanüren enthalten denkt. Endlich hat man auch noch die Möglichkeit geltend gemacht, dass seine Verbindungsform die des phosphorsauren Oxyds oder Oxyduls sein könnte. Für die meisten dieser Ansichten hat man Gründe beizubringen gesucht. So für die Annahme, dass es als Oxyd vorhanden ist, die Thatsache, dass sich durch Säuren aus getrocknetem Blute Eisenoxyd ausziehen lässt, und das Blut mit Schwefelalkalien behandelt durch die Bildung von Schwefeleisen schwarz wird; für die Annahme, dass seine Verbindungsform die des Oxyduls sei, die Beobachtung Schönbein's, dass sich Eisenoxydulsalze genau so wie Blutkörperchen als Ozonüberträger verhalten. Die Annahme endlich, dass das Eisen im Blute als metallisches Eisen enthalten sei, ist widersinnig, wenn man sich die Sache so denkt, als wäre dieses metallische Eisen als solches, d. h. an und für sich darin enthalten, so denken sich aber auch die Chemiker die Sache nicht, sondern sie wollen damit nur aussprechen, dass sie das Eisen im Blute nicht als Oxyd, sondern in organischer Verbindung annehmen. Diese nun wohl von den meisten Chemikern vertretene Ansicht stützt sich vorzugsweise auf die Thatsache, dass aus rein dargestelltem Hämatin verdünnte Salz- und Schwefelsäure kein Eisen auszieht, während concentrirte Schwefelsäure es daraus unter Wasserstoffentwickelung auflöst. Aber alle diese Gründe, zum Theil auch auf der Bestätigung bedürfende Beobachtungen sich beziehend, sind zur Entscheidung der Frage nicht ausreichend.

Im Magensafte soll nach Braconnot und Berzelius das Eisen als Chlorür vorkommen. Allein auch diese Annahme ist nur darauf gegründet, dass Chlor und Eisen in wässeriger Lösung gefunden wurden; da aber der Magensaft auch Milchsäure und andere organische Säuren enthält, so könnte das Eisen ja auch an diese Säuren gebunden sein. Die von ihnen angestellten Versuche sprechen aber jedenfalls dafür, dass es mit den Reactionen des Oxyduls im Magensafte auftritt. In der Milz endlich soll das Eisen zum Theil als Bestandtheil eines eiweissartigen Körpers, zum Theil aber an Milchsäure, Essigsäure und Phosphorsäure gebunden vorkommen. Aber auch diese Angabe ruht auf einer ebenso unsicheren Grundlage, wie die übrigen.

Abstammung. Dass das Eisen des Organismus von Aussen stammt, bedarf ebensowenig eines besonderen Beweises, wie der Satz, dass der

Abstammung.

Organismus in sich selbst Elemente nicht zu erzeugen vermag. Das Eisen gelangt durch Nahrung und Getränke in den Körper. Es ist der Nachweis geliefert, dass die flüssigen und festen Nahrungsmittel so viel Eisen enthalten, dass immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen ausgeschieden wird.

Austritt.

Austritt aus dem Organismus. Auf welchem Wege und in welcher Form das Eisen den Organismus verlässt, ist keineswegs entschieden. Aus dem Umstande, dass die Farbstoffe der Galle stark eisenhaltig sind und mancherlei Gründe für die Bildung des Gallenfarbstoffs aus zerstörten Blutkörperchen sprechen, hat man den Schluss gezogen, dass die Ausscheidung des Eisens durch die Galle erfolge, von der wir später hören werden, dass sie zwar zum Theil vom Darm aus in das Blut resorbirt, zum Theil aber jedenfalls mit dem Darmcontentis ausgeschieden wird. Allein auch diese Ansicht entbehrt exacter Begründung.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Schon das constante Vorkommen des Eisens in den Blutkörperchen deutet darauf hin, dass es ein wesentlicher Bestandtheil derselben sein müsse, sowie sich anderseits aus der Thatsache, dass Krankheiten, die wie die Chlorose sich durch ein blutkörperchenarmes Blut charakterisiren, durch Eisen geheilt werden, ganz unzweifelhaft eine histogenetische Bedeutung dieses Metalls für die Formelemente des Bluts ergiebt. Das Wie dieser Bedeutung ist aber unbekannt. Die in neuerer Zeit von Schönbein gemachte wichtige Beobachtung, dass Eisenoxydulsalze ganz ähnlich wie Blutkörperchen Ozon von Ozonträgern auf andere oxydable Körper übertragen, legt es nahe, diese Wirkungen der Blutkörperchen von ihrem Eisengehalte herzuleiten, und darin eine physiologische Function des Eisens bei den im Blute stattfindenden Oxydationsvorgängen zu sehen, allein wer darin mehr wie eine Möglichkeit sieht, der läuft Gefahr, vielleicht sehr bald das luftige Gebäude seiner Schlüsse zusammenstürzen zu sehen.

Literatur: Nasse: Handwörterbuch der Phys. Bd. I. Artikel Blut. S. 108. — Liebig: Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Artikel Blut. S. 885. 1 Aufl. — Mulder: Versuch einer allgem. physiol. Chemie. Bd. I, 348. — Schönbein: Journal für praktische Chemie LXXV, 78. — Braconnot: ebendas. VII, 197. — Berzelius: Jahresbericht XVI, 380. Pelouze: Compt. rend. T. LX. p. 880. — Zenker: Tagbl. der 40. Versamml. deutsch. Naturf. in Hannover 1865. Nr. 5, S. 66.

Mangan.

Vorkommen.

Vorkommen. Bekanntlich ist das Mangan ein steter Begleiter des Eisens in der anorganischen Natur; es kann daher nicht Wunder nehmen, dass Spuren dieses Metalls auch häufig im Thierorganismus neben Eisen gefunden wurden; so namentlich im Blute (Millon, Cottereau, Burin de Buisson), in der Galle (Weidenbusch), in den

Haaren (Vauquelin), in Gallenconcrementen und Harnsteinen (Bley, Wurzer, Bucholz).

Die Beziehungen des Mangans zum Thierorganismus sind vollkommen unbekannt und daher auch nicht zu entscheiden, ob seine Gegenwart für gewisse Lebensfunctionen wesentlich ist oder nicht.

Kupfer.

Ist in der Asche thierischer Stoffe, wo es vorkommt, als Oxyd enthalten. Sind die Spuren nicht zu gering, so besitzt die concentrirte salpetersaure Lösung der Asche eine bläuliche Färbung: Schwefelwasserstoff erzeugt darin einen schwarzbraunen Niederschlag, Kali einen blauen, Ammoniak eine lasurblaue Färbung. Ferrocyankalium einen rothbraunen Niederschlag, oder bei Spuren eine rothe Färbung. Bringt man die Lösung in einen Platintiegel und stellt einen Eisen- oder Zinkstab hinein, so schlägt sich metallisches Kupfer als deutlich rother Anflug auf die Innenfläche des Platintiegels nieder.

Vorkommen.

Vorkommen. Man hat im Blute, der Galle und der Leber des Menschen, in Hühnereiern, in der Milch, sowie auch in Gallensteinen zu wiederholten Malen geringe Mengen von Kupfer nachgewiesen; allein dieses Vorkommen scheint ein mehr zufälliges zu sein, und kann eine physiologische Bedeutung durchaus nicht beanspruchen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass beim Menschen diese Spuren Kupfer von der Nahrung, schlecht verzinnten kupfernen Kochgeschirren u. dergl. herrühren und das Vorkommen derselben in Leber und Galle ist nur insofern von Interesse, als es ein Beweis ist für die durch mehrfache andere Thatsachen ebenfalls gestützte Annahme, dass Metalle, die dem Organismus einverleibt werden, sich vorzugsweise in der Leber ansammeln und hier am längsten nachgewiesen werden können. Diess ist bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen wohl im Auge zu behalten. Allein auch bei jungen Thieren, bei Anas Boschas und Milvus regalis hat man in neuerer Zeit wägbare Spuren von Kupfer nachgewiesen (W. Wicke).

Dagegen ist es von höherem physiologischen Interesse, dass das Blut mehrerer niederer Thiere, so namentlich das von Cancer vulgaris, C. pagurus, Eledone, Acanthias, Sepion und Octopus, Helix pomatia, Unio pictorum und Limulus Cyclops, nach den Untersuchungen zuverlässiger Beobachter (v. Bibra und Harless, Schlossberger, H. Müller, E. Witting, Déchamp, Genth) Kupfer enthält. In der Asche des weisslich-blauen Blutes von Limulus Cyclops fand Genth 0,085 bis 0,297 Proc. Kupferoxyd. Dieses constante Vorkommen des Kupfers bei diesen Thieren spricht jedenfalls dafür, dass es als wesentlicher Bestandtheil zu betrachten ist; die Meinung aber, dass es bei ihnen das Eisen im Blute geradezu vertrete, welche von Einigen ausgesprochen wurde, wird dadurch widerlegt, dass neben dem Kupfer

das Eisen im Blute dieser Thiere nie fehlt, und zuweilen sogar in vorwiegender Menge vorhanden ist.

Auch Spuren von Blei hat man zuweilen im Blute, der Leber und anderen Organen des Menschen ganz unzweifelhaft nachgewiesen, allein das keineswegs constante Vorkommen dieses Metalls ist sicherlich ein ebenso zufälliges, wie das des Kupfers im menschlichen Organismus und auf dieselben Ursachen (bleihaltiges Wasser u. s. w.) zurückzuführen. Wir erwähnen daher die Thatsache auch nur ihres toxicologischen Interesses halber.

Vergl. die vollständige und sorgfältige Zusammenstellung der betr. Literatur bei W. Blasius: das Vorkommen des Kupfers im thierischen Organismus. Zeitschrift für rat. Med. 3. R. XXVI, S. 240 — 268.

Zweite Gruppe.

Gewebsbildner. Histogene Bestandtheile.

Albuminate.

Allgemeiner Charakter.

Allgemeiner Charakter. Alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, und es ist die procentische Zusammensetzung der einzelnen hierher gehörigen Stoffe eine sehr ähnliche. Sie sind nicht-flüchtig, verbrennen erhitzt mit Horngeruch, geben ammoniakalische Zersetzungsproducte und hinterlassen etwas Asche, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehend. Die meisten sind in zwei Modificationen bekannt, in einer löslichen und einer unlöslichen. Unter gewissen Bedingungen geht die lösliche Modification in die unlösliche über. Beide Modificationen sind aber gleich zusammengesetzt.

Rein dargestellt erscheint die lösliche Modification meist in gelblichen, durchscheinenden, amorphen, dem arabischen Gummi äusserlich ähnlichen Massen. Die unlösliche Modification ist im frisch ausgeschiedenen Zustande weiss und flockig und erscheint unter dem Mikroskope als ein amorphes, körniges Gerinnsel. Getrocknet unterscheidet sich die unlösliche Modification von der löslichen in ihren äusseren Charakteren nicht. Die lösliche Modification ist in Wasser löslich, die unlösliche nicht. In Alkohol und Aether, sowie in verdünnten Säuren in der Kälte sind beide Modificationen unlöslich. Beide sind ferner geschmack- und geruchlos und indifferent, d. h. die Albuminate besitzen weder einen ausgesprochen sauren, noch basischen, eher noch einen schwach sauren Charakter.

Von kaustischen Alkalien werden dieselben unter partieller Zersetzung gelöst. Die Alkalien enthalten dann Schwefelalkali und die aus der alkalischen Lösung durch Säuren gefällten Albuminate erscheinen nun schwefelärmer. Concentrirte Essigsäure und Phosphorsäure lösen sie auf, die saure Lösung wird durch Ferro- und Ferridcyankalium gefällt. Concentrirte Salzsäure löst sie in der Wärme unter Zersetzung; beim Kochen unter Luftzutritt färbt sich die Lösung blau oder violett. Concentrirte Salpetersäure färbt sie beim Erhitzen gelb, Jod bewirkt ebenfalls gelbe Färbung (gutes Reagens unter dem Mikroskope), salpetersaures Quecksilber-

oxydul, welches salpetrige Säure enthält, bewirkt mit allen Albuminaten beim Erwärmen bis auf 100° C. eine sehr charakteristische rothe Färbung (Millon's Reagens). Mit Zucker und Schwefelsäure behandelt, färben sie sich schön purpurviolett, eine Reaction, welche sie übrigens mit Galle und Oelsäure theilen. Kocht man sie mit Kali, so nimmt die kalische Lösung auf Zusatz von Kupfervitriollösung eine violette Farbe an.

Mit energischen Oxydationsmitteln behandelt, liefern die Albuminate:
Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure, Benzoësäure, die Aldehyde dieser Säuren, Ammoniak und flüchtige organische Basen.

Durch Säuren, Alkalien und durch Fäulniss entstehen daraus:
Flüchtige Fettsäuren, Benzoësäure (?), Leucin, Tyrosin, Leucinsäurenitril, Ammoniak, flüchtige Basen, Schwefelammonium und ein flüchtiger krystallisirbarer Körper von dem Geruch der Fäces.

Die Albuminate sind eminent fäulnissfähige Körper und in einer gewissen Periode ihrer Selbstzersetzung sehr wirksame Fermente.

Ihre chemische Constitution ist unbekannt. Ihre procentische Zusammensetzung zeigt relativ geringe Schwankungen, wie nachstehende Analysen einiger Albuminate zeigen.

	Albumin	Casein	Fibrin	Globulin	Synton.	Acidalbum.	Paralb.
Kohlenstoff	53,5	53,6	52,6	54,5	54,06	53,62	51,80
Wasserstoff	7,0	7,1	7,0	6,9	7,28	7,15	6,93
Stickstoff	15,5	15,7	17,4	16,5	16,05	13,18	12,84
Sauerstoff	22,4	22,6	21,8	20,9	21,50	26,05	26,77
Schwefel	1,6	1,0	1,2	1,2	1,11	—	1,66
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00

Vorkommen.

Vorkommen. Die Albuminate fehlen keinem thierischen Organismus und stellen die Hauptbestandtheile des Blutes, aller eigentlichen Ernährungsflüssigkeiten (Chylus, Lymphe, Milch, parenchymatöse Säfte), des Fleisches und gewisser Gewebe dar. Sie fehlen auch in keiner Periode des Lebens und finden sich schon im embryonalen Organismus. Die höhere Stufe der Organisation, auf welcher der Körper des Menschen und der höheren Thiere steht, wird durch den Reichthum der Formbestandtheile an Albuminaten bezeichnet. Während bei den Pflanzen die Wände der Zellen und Röhren überwiegend aus der stickstofffreien Cellulose bestehen, werden im Thierkörper dieselben vorzugsweise von Albuminaten und ihren nächsten Abkömmlingen gebildet.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Nachstehende Angaben über die Mengenverhältnisse der Albuminate in thierischen Flüssigkeiten und Geweben erläutern die Verbreitung und das Vorwiegen derselben unter den übrigen Bestandtheilen in den meisten dieser Flüssigkeiten und Organe.

Es sind ungefähr enthalten:

	In 1000 Thln.
Flüssigkeiten:	
Cerebrospinalflüssigkeit	0,9
Humor aqueus des Auges	1,4
Fruchtwasser	7,0
Darmsaft	9,5
Pericardialflüssigkeit	23,6
Lymphe	24,6
Pancreassecret	33,3
Synovia	39,1
Milch	39,4
Chylus	40,9
Blut	195,6
Gewebe:	
Rückenmark	74,9
Gehirn	86,3
Leber	117,4
Thymus (Kalb)	122,9
Hühnerei	134,3
Muskeln	161,8
Mittlere Arterienhaut	273,3
Krystalllinse	383,0

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Albuminate finden sich im Thierorganismus zum Theil gelöst, zum Theil in festweicher Form organisirt, zum Theil endlich amorph und aufgeschwemmt vor. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Albuminate, die man früher als vollkommen krystallisationsunfähig betrachtete, unter gewissen Umständen krystallisiren können, allein es erscheint mehr wie zweifelhaft, ob sie innerhalb des lebenden Organismus jemals krystallisirt vorkommen. Wie wir bei den einzelnen Stoffen noch näher auszuführen Gelegenheit haben werden, scheint ihre Lösung im Organismus nicht allein durch das Wasser, sondern auch durch die Gegenwart gewisser Salze bedingt zu sein.

Abstammung. Die Albuminate werden dem Thierkörper bereits fertig gebildet durch die Nahrung zugeführt (vgl. S. 37). In der Fleischnahrung erhält das fleischfressende Thier Albuminate, welche mit denjenigen seines eigenen Körpers identisch sind, in der Pflanzennahrung das pflanzenfressende Albuminate, welche, wenngleich mit denen seines Organismus gerade nicht identisch, doch denselben in allen wichtigeren Beziehungen vollkommen analog sind. Um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, bedürfen die in der Nahrung aufgenommenen Albuminate der Assimilation; diese aber setzt keine tiefgreifende chemische Veränderung, sondern nur uns freilich gänzlich unbekannte moleculare Umlagerungen, oder wenig bedeutende chemische Umsetzungen voraus. Durch diese Thatsache gestaltet sich die Ernährung der Thiere einfach und wesentlich verschieden von jener der Pflanzen, die in ihrer Nahrung nicht die Bestandtheile ihres Leibes, sondern nur die Elemente desselben aufnehmen.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen der Albuminate im Organismus und Austritt derselben. Im normalen Zustande des Organismus verlassen die Albuminate den Organismus nicht als solche, sondern erleiden vorher eine Reihe von Veränderungen, wodurch sie in immer einfachere und einfachere Stoffe übergeführt werden und wobei jedenfalls eine Spaltung in zwei Reihen solcher Zersetzungsproducte stattfindet, deren eine Reihe vorzugsweise den Stickstoff der umgesetzten Albuminate enthält, während die andere Reihe den Kohlenstoff und Wasserstoff derselben immer einfacheren Verbindungen entgegenführt. Der Stickstoff der Albuminate tritt als Harnstoff: das Amid der Kohlensäure, sowie in geringer Menge als Harnsäure, Kreatinin u. s. w. durch die Nieren aus dem Körper, während ein Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs derselben den Organismus in der Form von Kohlensäure und Wasser verlässt. Aber weder sind diese Producte die unmittelbar aus den Albuminaten sich bildenden, noch sind es die einzigen. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass die Albuminate im Organismus zahlreiche Metamorphosen erleiden. Vor Allem kommt dem Organismus die Fähigkeit zu, die einzelnen Albuminate ineinander zu verwandeln, dann aber entstehen im Organismus daraus alle jene Stoffe, welche man als nächste Abkömmlinge der Albuminate zu bezeichnen pflegt und von denen einige, wie Chondrin und Glutin, Keratin und Elastin, die Grundlage wichtiger Gewebe bilden. Zum vollgültigen Beweise dieses Satzes genügt der Hinweis auf das Ei und auf die Milch; aus dem Ei, welches nur Albumin und Casein enthält, entwickeln sich alle Gewebe des Thieres und in der Milch erhält der Säugling nur ein Albuminat: das Casein, es müssen daher aus diesen Albuminaten alle übrigen Albuminate und alle stickstoffhaltigen Bestandtheile der Gewebe hervorgehen.

Ganz abgesehen von diesen jedenfalls noch histogenetischen stickstoffhaltigen Substanzen treffen wir aber im Organismus und namentlich an den Hauptheerden des Stoffwechsels, in bedeutender Menge Stoffe an, die, weil stickstoffhaltig, von vornherein nur von den Albuminaten und ihren Derivirten abgeleitet werden können, für deren Ursprung aber ganz unzweideutig noch der Umstand zeugt, dass wir diese Stoffe wirklich auch künstlich aus den Albuminaten darstellen können; diese Stoffe sind vor Allem Leucin und Tyrosin; sie bilden sich aus den Albuminaten bei der Fäulniss derselben, bei ihrer Behandlung mit Säuren und mit Alkalien. Ebenso kann die Harnsäure, von der wir wissen, dass sie so leicht in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure übergeführt wird, können Kreatin und Kreatinin, welche ebenfalls leicht in Harnstoff übergehen, Xanthin endlich und Guanin, von denen letzteres bei der Oxydation ebenfalls Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure liefert, nur als Zwischenproducte des Zerfalls der Albuminate und ihres Uebergangs in Harnstoff aufgefasst werden. Dagegen lässt sich das Vorkommen von flüchtigen Fettsäuren, Bernsteinsäure, Benzoësäure und Oxalsäure theoretisch wohl sehr gut auf eine Zersetzung der Albuminate zurückführen, allein es ist

ebenso gut möglich, dass wenigstens ein Theil dieser Verbindungen von stickstofffreien Materien seinen Ursprung nimmt. Jedenfalls aber kann so viel als ausgemacht gelten, dass der Bildung des stickstoffhaltigen Endproducts der Albuminate im Organismus: des Harnstoffs und der Bildung von Kohlensäure und Wasser, als der Form, in welcher der grösste Theil ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs den Organismus verlässt, zahlreiche Zwischenproducte vorhergehen, die zum Theil auch wirklich als solche ausgeschieden werden.

Sehen wir nun aber von dieser in gerader Descendenz erfolgenden Abspaltung der Albuminate ganz ab, so wird, wie wir später hören werden, ein Theil derselben vor der Ueberführung in Producte der regressiven Stoffmetamorphose sehr wahrscheinlich zur Bildung der Galle verwendet und ein anderer allerdings minimaler Theil gelangt gar nicht zur Umsetzung zu seinen Endproducten, sondern wird in der Form von Epidermisschuppen und Haaren, deren organische Grundlage ein nächster Abkömmling der Albuminate ist, abgestossen.

Stickstoffdeficit.

Diejenige Menge des Stickstoffs der Nahrung, welche man im Harn und Koth nicht wiederfindet, die also in anderer Form den Körper verlässt, ist bei den Physiologen unter dem Namen des „Stickstoffdeficits“ bekannt; eigentlich aber ist darunter nur jener Stickstoff zu verstehen, der bei der Vergleichung der bekannten Gesammtausgabe mit der Gesammteinnahme fehlt. Aus den Versuchen von Bischoff und Voit, Henneberg, J. Lehmann und J. Ranke geht aber hervor, dass beim Hunde, beim Schweine, bei Wiederkäuern, beim Menschen und bei der Taube ein solches Deficit sich nicht findet, dass vielmehr aller in der Nahrung enthaltene Stickstoff in Harn und Koth wiedererscheint.

Ein Auftreten der Albuminate in den Excreten, so namentlich im Harn, hat pathologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Albuminate erörtern, hiesse eigentlich die Bedeutung des thierischen Organismus selbst besprechen, denn die Albuminate sind die wesentliche Grundlage desselben, sie verdienen in diesem Sinne, obgleich die Proteintheorie in der Chemie gestürzt ist, physiologisch noch immer in vollem Maasse die Bezeichnung Proteinkörper (von πρωτευω: ich nehme den ersten Platz ein); sie sind die wesentlichsten Bestandtheile des Blutes und Fleisches der Thiere, unter ihrer Mitwirkung bilden sich alle Gewebe derselben und ihre Umsetzung und Erneuerung vermittelt die Bewegungsphänomene des thierischen Organismus, sie sind die Quelle der Kraft, welche dazu verwendet wird.

Einen Einblick in die Constitution, wie ihn die neuere Chemie für so zahlreiche chemisch wohlcharakterisirte Verbindungen eröffnet hat, haben die zahlreichen über die Albuminate angestellten Untersuchungen bis heute nicht ergeben. Wohl aber sind durch dieselben die Unterschiede in dem Verhalten der Lösungen der Albuminate gegen verschiedene Rea-

gentien schärfer festgestellt. Die Zahl der Glieder ist demnach bei der Familie mehr und mehr gewachsen, aber ihre Charakteristik theilweise immer noch so schwankend, dass weder vom chemischen noch vom physiologischen Standpunkt ein grosser Gewinn daraus erwachsen ist.

Wir geben in Nachstehendem eine Beschreibung der einigermassen charakterisirten Glieder der Gruppe, indem wir dabei der neuesten Arbeit von **Hoppe-Seyler** folgen:

Serumalbumin.

1) **Serumalbumin.** Das Verhalten dieses Albuminats in der löslichen Modification, d. h. seiner Lösungen, ist folgendes:

Beim Erhitzen scheiden die Lösungen ein mehr oder minder grobflockiges Coagulum ab, wobei eine schwache Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas stattfindet. Die Abscheidung des Coagulums wird durch Zusatz einer höchst geringen Menge Essigsäure befördert und erfolgt bei etwa 70° C. Neutralsalze und verdünnte Säuren erniedrigen den Gerinnungspunkt, kohlensaures Natron erhöht ihn. Der Niederschlag enthält die unlösliche Modification des Albumins. Die Coagulation der Albuminlösungen beim Kochen wird durch Gegenwart einer hinreichenden Menge von freiem Alkali oder von organischen Säuren verhindert. Die wässrigen Lösungen fluoresciren etwas und geben im Polarisationsapparate die specif. Drehung — 56° für gelbes Licht. Durch Alkohol werden sie gefällt und allmählich in coagulirtes Albumin übergeführt. Durch Aether werden sie nicht gefällt. Kohlensäure, Essigsäure, Weinsäure, Phosphorsäure bewirken, wenn nicht zu concentrirt angewendet, keine Fällung. Bei höherer Temperatur dagegen und im concentrirten Zustande bewirken sie mit Ausnahme der Kohlensäure eine Vergrösserung des Ablenkungsvermögens für den polarisirten Lichtstrahl (von — 56° auf — 71°) und weissliche Trübung. Geringe Mengen sehr verdünnter Mineralsäuren bewirken keine Veränderung. Salpetersäure in grösserer Menge zugesetzt bewirkt einen weissen flockigen Niederschlag, der in viel Salpetersäure und in überschüssigem Wasser löslich ist. Auch Schwefelsäure, Salzsäure, Pyro- und Metaphosphorsäure bewirken Niederschläge, der durch concentrirte Salzsäure erzeugte Niederschlag löst sich aber im Ueberschuss wieder auf. Zusatz von Alkalien führt das Serumalbumin in Alkalialbuminat über. Die Lösungen des letzteren, welche beim Kochen nicht gerinnen, scheiden, wenn sie mit schwefelsaurem Natron, Kochsalz oder Salmiak versetzt werden, beim Kochen ein flockiges oder klumpiges Coagulum ab. Serumalbuminlösungen werden ferner durch Bleisalze, Kupfersalze, Quecksilbersalze und andere Metallsalze gefällt. Auch Gerbsäure bewirkt darin einen Niederschlag.

Vorkommen.

Das Serumalbumin findet sich in allen Ernährungsflüssigkeiten: Blut, Chylus, Lymphe, in allen serösen Secreten, in den Flüssigkeiten des Fleisches und Zellgewebes, in der Amniosflüssigkeit. Pathologisch kommt es in serösen Transsudaten, im Eiter und im Harn vor.

Eieralbumin.

2) **Eieralbumin.** Die wässrigen Lösungen geben im Polarisationsapparat die specifische Drehung — 35,5° für gelbes Licht, coaguliren durch wenig Salzsäure nicht, im Ueberschuss aber giebt Salzsäure ein in concentrirter Salzsäure schwer lösliches Coagulum, welches auch in Wasser und neutralen Salzlösungen nur schwierig löslich ist. Schütteln mit Aether bewirkt ebenfalls Coagulation. In saurer Lösung bewirkt Dextrin einen Niederschlag, auch arabisches Gummi, letzteres aber nur dann, wenn wenig Gummi zugesetzt wird (Günsberg). Injicirt man Eieralbuminlösungen in die Venen (Cl. Bernard) oder unter die Haut (Stockvis) von Hunden oder Kaninchen, so geht es unverändert in den Harn über, Serumalbumin geht nicht über.

Das Eieralbumin findet sich im Weissen der Vogeleier.

Paralbumin.

3) **Paralbumin.** Die Lösungen, schleimig-zähe und fadenziehend, mischen sich gut mit Wasser, aber sind schwer filtrirbar. Alkohol bewirkt Fällung in körnigen Flocken, dieselben lösen sich aber in Wasser wieder auf; beim Kochen werden die Lösungen trübe, nach Zusatz von Essigsäure scheiden sich Coagula ab, allein die Flüssigkeit lässt sich nicht klar filtriren. Salpetersäure giebt im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliche Fällung. Leitet man in die verdünnte wässrige Lösung Kohlensäuregas, so findet reichliche Fällung statt. Essigsäure giebt einen im Ueberschuss löslichen Niederschlag, der in Kochsalzlösungen unlöslich ist. In der essigsauren Lösung erzeugt Ferrocyankalium einen Niederschlag. Die specifische Drehung der Paralbuminlösungen beträgt für gelbes Licht etwa — 61,5^{0}.

Wurde bisher nur in Ovarialcysten, zuerst von J. Scherer nachgewiesen.

Metalbumin.

4) **Metalbumin.** Die Lösungen des Metalbumins sind schleimig-zähe; die verdünnte Lösung wird weder von Salzsäure noch von Essigsäure gefällt; ebenso entsteht auch in der mit Essigsäure angesäuerten Flüssigkeit durch Ferrocyankalium kein Niederschlag. Alkohol bewirkt in der nicht verdünnten Flüssigkeit eine Fällung, die sich in Wasser wieder auflöst; beim Sieden der mit Wasser verdünnten Flüssigkeit wird dieselbe getrübt; auch Zusatz von Essigsäure während des Kochens bewirkt keine flockige Coagulation.

Das Metalbumin wurde von Scherer in einem durch Paracentese entleerten hydropischen Transsudate nachgewiesen.

Acidalbumin.

5) **Acidalbumin.** Man versteht darunter gewisse Albuminate, welche bei der Einwirkung von Säuren auf Albumin (Panum, J. C. Lehmann) und auf Mucin (Eichwald) entstehen. Das von Eichwald aus letzterem durch Aufschwemmen in Essigsäure, Kochen bis zur Lösung, Versetzen des Filtrats mit Ammoniak gefällte Acidalbumin, mit essigsaurem Ammoniak, dann mit Alkohol gewaschen und getrocknet, besass folgende Eigenschaften:

Löslich in Waaser, Alkalien, verdünnten Mineralsäuren und organischen Säuren, unlöslich in Neutralsalzen, concentrirten Mineralsäuren und Alkohol. Kochen bewirkt keine Coagulation, Chlornatriumlösung keinen Niederschlag für sich, wohl aber nach Zusatz von Säurespuren. Der durch starke Mineralsäuren gefällte Niederschlag ist im Ueberschuss der Säuren unlöslich. Die wässrigen Lösungen werden durch Gerbsäure und Metallsalze, die sauren durch Ferrocyankalium, Gerbsäure und Bleiessig gefällt.

Globulin.

6) **Globulin. Fibrinoplastische Substanz. Serumcasein** (?). Die Lösungen des Globulins trüben sich beim Erhitzen, scheiden aber keine Coagula ab; durch Kohlensäuregas werden sie gefällt. Das so gefällte Globulin löst sich beim Durchleiten von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft wieder auf. In verdünnten Säuren und Alkalien ist das Globulin löslich, in Wasser wenig. Wird es mit Wasser erhitzt, so ist es nunmehr nur in concentrirter Essigsäure und concentrirten Alkalien löslich. Die schwach sauren oder alkalischen Lösungen werden durch Kochsalz und andere neutrale Alkalisalze nur bei grosser Concentration gefällt, nicht durch Alkohol. Schwach alkalische Lösungen werden auch durch Essigsäure gefällt. Seine Lösungen bewirken in fibrinogenhaltigen Flüssigkeiten rasch Gerinnung durch Bildung von Fibrin.

Stoffe der oben angegebenen Reactionen sind nachgewiesen im Blute und zwar ebensowohl in den Blutzellen wie im Serum, in der Krystalllinse, im Humor vitreus und aqueus, in der Hornhaut, im Chylus, Lymphe, Eiter, Speichel, Synovia, in den Blutgefässwänden, dem Eiweiss, der Milch (A. Schmidt).

7) **Fibrinogen. Fibrinogene Substanz.** Ein mit dem Globulin oder der fibrinoplastischen Substanz in den Reactionen völlig übereinstimmender Körper, soll sich nach den Untersuchungen von A. Schmidt in serösen Transsudaten, besonders in der Pericardial- und Hydroceleflüssigkeit, aber auch im Blutplasma finden und aus letzterem, da sie durch Kohlensäure etwas schwieriger fällbar ist, wie Globulin, durch Behandlung des Pferdeblutplasmas mit Kohlensäure, Concentriren des Filtrats im Vacuo und Fällung mit Aether-Alkohol als eine flockige Fällung erhalten werden, welche leicht löslich in schwach alkalischem Wasser, auf Zusatz von fibrinoplastische Substanz enthaltenden Flüssigkeiten, sofort unter Fibrinbildung gerinnt. Durch Erhitzen verliert die fibrinogene Substanz ihre Gerinnungsfähigkeit. Versetzt man ein Transsudat, welches fibrinogene Substanz enthält, tropfenweise mit Alkohol, so sind die erst ausgeschiedenen Flocken besonders reich an Fibrinogen.

Fibrinogen.

Fibrinogene Substanz zersetzt Wasserstoffsuperoxyd sehr energisch (Gianuzzi).

8) **Fibrin.** Wir kennen den Faserstoff oder das Fibrin nur in der unlöslichen Modification, nämlich in derjenigen, in welcher sich dieses Albuminat aus den Flüssigkeiten alsbald ausscheidet, sobald selbe dem Einflusse des Lebens entzogen werden.

Fibrin.

Wir kennen daher die chemischen Reactionen des gelösten Faserstoffs nicht, sondern nur das Verhalten des bereits geronnenen.

Der spontan geronnene Faserstoff stellt im feuchten frischen Zustande eine graulich-weisse, elastisch-zähe Masse dar, deren Structur nur scheinbar eine faserige ist, denn unter dem Mikroskop ist von wirklicher Faserung nichts zu bemerken. Dieselbe ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, löst sich aber in Essigsäure und Alkalien leichter auf als andere Albuminate. In salzsäurehaltigem Wasser quillt der Faserstoff zu einer gallertartigen Masse auf, ohne sich zu lösen, dagegen löst er sich in gewissen Salzen mit alkalischer Basis, namentlich in Salpeterlösung, wenn er mehrere Stunden lang bei 30 bis 40° C. damit digerirt wird. Die Lösung in Salpeterwasser verhält sich wie eine Albuminlösung wenn sie gekocht wird; sie gerinnt, wird übrigens auch durch Essigsäure gefällt. Die Löslichkeit des Fibrins in Salpeterwasser ist übrigens keine constante Eigenschaft desselben. In verschlossenen Gefässen längere Zeit auf 150° C. erhitzt, löst sich das Fibrin ebenfalls auf und die Auflösung wird dann durch Salpetersäure und Essigsäure gefällt.

Wird Faserstoff im feuchten Zustande mit Wasser übergossen und mehrere Wochen sich selbst überlassen, so verwandelt er sich ebenfalls zum Theil in lösliches Albumin. In Berührung mit Wasserstoffsuperoxyd endlich bewirkt er Zersetzung desselben und lebhafte Entwickelung von Sauerstoffgas.

Vorkommen und Mengenverhältnisse. Die thierischen Flüssigkeiten, aus denen sich Fibrin ausscheidet, sind vor Allem das Blut, dann aber auch Chylus, Lymphe und seröse Transsudate. Auf der Ausscheidung des Faserstoffs beruht die Gerinnung des Blutes. Die Gerinnung derartiger dem Lebenseinflusse entzogener Flüssigkeiten erfolgt meist von selbst, zuweilen aber, wie in manchen Transsudaten, erst auf Zusatz von Blut, Chylus, Lymphe, Eiter und anderen fibrinoplastische Substanz enthaltenden Flüssigkeiten.

Vorkommen und Mengenverhältnisse.

Zustände im Organismus. Wir haben bereits weiter oben erwähnt, dass der Faserstoff sich erst ausscheidet, wenn die thierischen

Zustände im Organismus.

Flüssigkeiten dem Lebenseinflusse entzogen sind. Von welchen Momenten aber seine Lösung abhängig ist, weiss man auch nach den Untersuchungen von A. Schmidt über den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung nicht. Wohl aber haben die letzteren das allerdings wichtige Factum festgestellt, dass die Gerinnung das Product der Einwirkung eines vorzugsweise in den Blutzellen enthaltenen und von hier aus in das Plasma diffundirenden Körpers: der fibrinoplastischen Substanz, auf einen vorzugsweise im Blutserum und serösen Transsudaten vorkommenden: das Fibrinogen, ist. Brücke hat nachgewiesen, dass es die lebenden Gefässwände sind, welche die Gerinnung des Faserstoffs verhindern, aber woher es kommt, dass die lebende Gefässwand die Einwirkung des Fibrinogens auf die fibrinoplastische Substanz verhindert, da doch beide im Blute vorkommen sollen, ist ebenso wenig aufgeklärt, wie der chemische Vorgang bei der Einwirkung beider. Nach der Ansicht von A. Schmidt würde der Faserstoff aus der Vereinigung der fibrinogenen mit der fibrinoplastischen Substanz entstehen, indem dabei das die Löslichkeit beider bedingende Alkali frei würde. Ein Theil des letzteren bliebe mit dem Reste der leichter löslichen fibrinoplastischen Substanz in Lösung und daher finde sich auch diese nach der Gerinnung noch im Serum. Demnach würde, je alkalireicher das Blut, je weniger Fibrin gebildet. Allein diese Theorie gehört noch zu sehr dem Gebiete der Hypothese an.

Syntonin.

9) **Syntonin.** Das Syntonin stellt im gereinigten und feuchten Zustande eine cohärente, etwas elastische, schneeweisse Masse dar, welche sich vom Filter in papierähnlichen Platten oder Häuten abziehen lässt; in Kalkwasser und in verdünnten Alkalien ist dieselbe leicht löslich.

Kocht man die Lösung in Kalkwasser, so gerinnt das Syntonin wie Albumin; aus dieser Auflösung, sowie auch aus der in verdünnten Alkalien, wird es durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze präcipitirt.

Setzt man zu den alkalischen Lösungen des Syntonins Chlorkalium oder schwefelsaure Bittererde, so entsteht in der Kälte kein Niederschlag, wohl aber, wenn das Gemisch gekocht wird. Hat man dagegen die alkalische Lösung vorher gekocht, so bringen die Lösungen von Chlorcalcium und schwefelsaurer Bittererde sogleich einen flockigen Niederschlag hervor. Salpetersäure bewirkt in alkalischen Lösungen des Syntonins einen weissen flockigen Niederschlag, Chromsäure desgleichen.

Salzsäurehaltiges Wasser von $\frac{1}{10}$ Proc. Säuregehalt löst das Syntonin vollkommen auf, und zwar schon bei gewöhnlicher Temperatur. Diese Lösung coagulirt nicht beim Kochen, gerinnt aber bei der Neutralisation zu einem dicken, weissen Brei, der sich in überschüssigen Alkalien leicht löst. Kochsalz und andere Salzlösungen bewirken darin ein Gerinnsel, welches sich auf Zusatz von vielem Wasser löst. Das Syntonin wird bei seiner Darstellung aus den Geweben, die es enthalten, durch salzäurehaltiges Wasser von $\frac{1}{10}$ Proc. Säuregehalt ausgezogen. Mit Alkohol und Aether behandelt und völlig getrocknet, ist es nicht mehr leicht löslich in verdünnter Salzsäure (v. Wittich, Meissner).

In einer mässig concentrirten Lösung von kohlensaurem Kali quillt das Syntonin auf und wird gallertig durchscheinend, ohne sich zu lösen. Auch in Salpeterwasser ist es unlöslich.

Vorkommen. Das Syntonin ist in der Faser der quergestreiften Muskeln, aber auch in den sogenannten glatten Muskeln des Magens, Darmcanals und der Harnblase, und in allen contractilen Geweben, in denen die contractilen Faserzellen nachgewiesen werden können, so namentlich in der mittleren Arterienhaut und der Milz aufgefunden.

Vorkommen.

10) **Myosin.** — Mit diesem Namen bezeichnet W. Kühne ein Albuminat, welches er aus gefrorenen Froschmuskeln gewann, indem er dieselben in Scheiben zerschnitten mit einer Mischung von Schnee und Kochsalz zerrieb und unter starker Abkühlung filtrirte. Das Filtrat in kaltes Wasser gegossen, schied sofort ein Gerinnsel ab, welches in Kochsalzlösung gelöst und aus der Lösung durch viel Wasser gefällt wurde.

Myosin.

Das so dargestellte Myosin ist unlöslich in Wasser, löslich in verdünnten Säuren und Alkalien, löslich ferner in nicht zu concentrirter Kochsalzlösung (nicht über 10procentig), aus dieser Lösung wird es durch concentrirte Kochsalzlösung wieder gefällt. Aus den schwach sauren Lösungen wird es durch Erhitzen um so leichter gefällt, je saurer die Lösung ist. Auch durch Alkohol wird es aus seinen Lösungen niedergeschlagen. In der salzsauren Lösung soll das Myosin allmählich in Syntonin übergehen, d. h. in Kochsalzlösung unlöslich werden.

Nach Kühne ist das Myosin derjenige Bestandtheil des Muskelserums, der die Gerinnung des aus den Muskeln ausgepressten Saftes und indem er innerhalb der Muskeln coagulirt, die Todtenstarre bedingt. Aus todtenstarren Muskeln kann es deshalb durch 10procentige Kochsalzlösung ausgezogen werden. Syntonin würde nach Kühne im Muskel gar nicht präexistiren, sondern nur das Product der gleichzeitigen Einwirkung der verdünnten Säure und des in den Muskeln, wie Kühne und Brücke meinen, vorhandenen Pepsins auf den Muskel sein.

Die Möglichkeit, dass das Syntonin ein Bestandtheil der Muskelfaser sein könnte, hat W. Kühne bei seiner Theorie nicht in Betracht gezogen.

11) **Parasyntonin.** Diese Modification des Syntonins wurde in einer durch Thoracocentese entleerten serösen Flüssigkeit aufgefunden. Dieselbe erstarrte alsbald nach der Entleerung zu einer zitternden Gallerte, allmählich aber setzte sich ein Gerinnsel zu Boden, welches auf dem Filter zu einer papierähnlichen, weissen Masse zusammenschwand. Das Parasyntonin stimmt in den meisten Eigenschaften mit denen des Syntonins überein, löst sich aber nicht in Kalkwasser und nur schwierig in verdünnten Alkalien.

Parasyntonin.

12) **Casein.** Das chemische Verhalten der Caseinlösungen ist nachstehendes: Beim Kochen erfolgt keine Gerinnung, abgedampft aber bilden sie auf der Oberfläche eine Haut, die, wenn sie weggezogen und entfernt wird, sich immer wieder erneuert.

Casein.

Essigsäure bewirkt einen im Ueberschuss der Säure löslichen Niederschlag. Verdünnte alkalische Caseinlösungen werden durch Neutralisation mit verdünnter Salzsäure gefällt. Durch Zusatz von mehr Säure löst sich der Niederschlag wieder auf, wird aber durch überschüssige Säure wieder hervorgebracht. In concentrirter Salzsäure ist derselbe abermals löslich.

Chlorcalciumlösung bewirkt in alkalischen Caseinlösungen beim Kochen einen Niederschlag, der eine Verbindung von Casein mit Kalk zu sein scheint. Schwefelsaure Magnesia verhält sich ähnlich.

Werden Caseinlösungen mit Lab bei 40° C. digerirt, so fällt alles Casein in der unlöslichen Modification nieder.

Caseinlösungen wirken stärker lävogyr, d. h. lenken den polarisirten Licht-

strahl stärker nach links ab, wie Albuminlösungen. Die Ablenkung in schwach alkalischer Lösung beträgt für gelbes Licht — 76^0 specif. Drehung.

Das Casein scheint mit Basen und Säuren stöchiometrische Verbindungen eingehen zu können (Lieberkühn, Millon und Commaille).

Kaliumplatincyanür erzeugt in Caseinlösungen einen Niederschlag, der 11,25 Proc. Platin hinterlässt. Albumin in gleicher Weise gefällt, giebt 5,54 Proc. Platin. Berechnet man daraus das Atomgewicht des Casein zu 806, so ist jenes des Albumins 1612, demnach genau noch einmal so gross (Schwarzenbach).

Das Filtrat von dem beim Kochen neutraler Eieralbuminlösungen entstehenden Coagulum enthält ein dem Casein ähnliches Alkalialbuminat, wahrscheinlich während des Kochens durch Spaltung von Salzen unter Bindung des Alkalis an Albumin entstanden. Künstliche Verdauungsflüssigkeit bewirkt bei 40^0 eine ähnliche Spaltung unter Freiwerden der Säure (J. C. Lehmann, v. Wittich).

Die lösliche Modification des Caseins eingeäschert, giebt eine alkalisch reagirende Asche, während die unlösliche (das geronnene Casein) eine neutral reagirende, kohlen- und phosphorsauren Kalk enthaltende Asche giebt.

Vergleicht man das über das chemische Verhalten des Caseins Angegebene mit dem, was von dem Verhalten des Alkalialbuminats, oder von mit etwas Alkali versetzten Albuminlösungen bekannt ist, so zeigt sich eine mehr oder minder vollkommene Uebereinstimmung, wie Lehmann gezeigt hat. Als wesentliches Charakteristicum der Caseinlösungen glaubte man bis auf die neueste Zeit die Gerinnung durch Laab ansehen zu dürfen, allein Lehmann hat angegeben, dass, wenn man Alkalialbuminat etwas Milchzucker und eine Spur öliges Fett zusetzt, durch Laab eine der Milchgerinnung ganz ähnliche Coagulation nach 2- bis 4stündiger Digestion bei 30^0 bis 40^0 C. eintritt. Umgekehrt kann unter Zusatz gewisser Stoffe reines Casein in eine bei 60^0 bis 70^0 C. coagulirbare albuminähnliche Materie umgewandelt werden. Endlich ist noch zu erwähnen, dass nach meinen Beobachtungen Caseinlösungen durch Ozon nach einer gewissen Dauer der Einwirkung in der Art verändert werden, dass sie beim Erhitzen wie Albumin gerinnen und durch Essigsäure nicht mehr gefällt werden. Bei fortgesetzter Einwirkung des Ozons entsteht ein dem aus Albuminlösungen erhaltenen ganz ähnliches peptonartiges Product.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Casein ist ein wesentlicher Bestandtheil der Milch aller Säugethiere. Mit dem Casein in ihrem Verhalten mehr oder weniger übereinstimmende Albuminate wurden ausserdem im Blute (Panum's Serumcasein), im Eidotter, im Interstitialsafte der mittleren Arterienhaut, des Zellgewebes und Nackenbandes, in allen contractilen, contractile Faserzellen enthaltenden Geweben, in dem parenchymatösen Safte der Thymusdrüse, in der Allantoisflüssigkeit, — und pathologisch in mehreren serösen Transsudaten nachgewiesen.

Der Caseingehalt der Milch beträgt durchschnittlich 3 bis 5 Proc.

Protsäure.

13) **Protsäure.** — Unter diesem Namen beschrieb Limpricht ein aus der Fleischflüssigkeit von Fischen durch Säuren gefälltes Albuminat, welches sich in weissen voluminösen Flocken abschied und getrocknet die Eigenschaften der getrockneten Albuminate überhaupt zeigte. Geglüht hinterliess es keine Asche.

In kaltem Wasser ist die Protsäure kaum, in kochendem langsam löslich. Die Lösungen werden beim Eindampfen zuletzt gallertartig und hinterlassen einen leimähnlichen Rückstand. In verdünnter Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, kau-

stischen und kohlensauren Alkalien, Kalk- und Barytwasser löst sich die Protsäure leicht auf. Die Lösungen des Ammoniak- und Barytsalzes geben mit den meisten Metalloxyden Niederschläge. Die essigsaure Lösung wird aber durch Ferrocyankalium nicht gefällt.

14) **Amyloid.** Ein in der Wachsleber, im Gehirn, Ependyma ventriculorum, Rückenmark, Ganglion Gasseri, dem atrophirten Nervus opticus und in der Speckmilz von Virchow aufgefundener Körper, der nach seiner äusseren Form und seinen mikrochemischen Reactionen einige Aehnlichkeit mit Amylum hat. Chemisch charakterisirt er sich als Albuminat, welches rein erhalten wird, indem man das zerschnittene Gewebe mit kaltem Wasser extrahirt, dann mit verdünntem Alkohol und salzsäurehaltigem Alkohol auskocht, den Rückstand mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit digerirt und schliesslich mit Alkohol und Aether reinigt. Von den übrigen Albuminaten unterscheidet sich das Amyloid durch geringere Löslichkeit in verdünnten Säuren und Alkalien, durch die Indifferenz bei der Verdauungsprobe und endlich dadurch, dass es der Fäulniss länger wiedersteht (Kühne und Rudneff).

Amyloid.

Neuere Literatur zu den Albuminaten: Fr. Hoppe-Seyler: Zeitschr. f. analyt. Chem. III, 424. — Günsberg: Journ. f. prakt. Ch. LXXXVIII, 237. — J. Scherer: Ann. der Ch. u. Ph. LXXXII, 135. Härlin: Zeitschr. f. analyt. Ch. II, 219. — Panum: Arch. f. path. Anat. IV, 419. — Eichwald: Ann. d. Ch. u. Ph. CXXXIV, 198. — A. Schmidt: Chem. Centralbl. 1861. 403. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1861. 545. 675. — Derselbe: Arch. für f. Anat. u. Phys. 1862. 428. 533. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXIX, 1. — Denis: Compt. rend. 1861. I, 1239. — Gianuzzi: Arch. f. path. Anat. XXXIV, 443. W. Kühne: Unters. über das Protoplasma u. die Contractilität. Leipzig 1864. — v. Gorup-Besanez: Ann. d. Ch. u. Ph. XCIV. 167. Schwarzenbach: Annal. d. Ch. u. Ph. CXXXIII, 185. — Millon et Comaille: Compt. rend. LX, 118. LXI, 221. — J. C. Lehmann: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1864. 529. — v. Wittich ebendas. 1864. 306. — Limpricht: Ann. d. Ch. u. Ph. CXXVII, 188. — Kühne u. Rudneff: Arch. f. path. Anat. XXXIII, 66. Vergl. überdiess: — v. Gorup-Besanez: Ann. d. Ch. u. Ph. CX, 86. CXXV, 207. — E. J. Reynolds: Dublin quarterly journ. of science. 1864. IV, 229. — Schützenberger: Compt. rend. I, 86. — A. H. Smee: Proceedings of the r. society. XII, 399. 505.

Hämoglobin.

Syn.: Hämatokrystallin.

Kohlenstoff: 54,2, Wasserstoff: 7,2, Stickstoff: 16,0, Sauerstoff: 21,5, Eisen: 0,4
Schwefel: 0,7.

Hämoglobin.

Mit diesem Namen bezeichnet man aus dem Blute der Wirbelthie auf mannigfache Weise darstellbare krystallisationsfähige Körper, die u ter der Bezeichnung „Blutkrystalle“ zuerst von Funke, Kunde u Lehmann beschrieben und in die physiologische Chemie eingeführt wu den. Da aber die erhaltenen Krystalle verschiedenen Krystallsystem angehören und auch in ihren Löslichkeitsverhältnissen und sonstig Eigenschaften wesentliche Unterschiede zeigen, so kann nicht bezweife werden, dass unter der gemeinsamen Bezeichnung „Blutkrystalle“ ve schiedene Stoffe zusammengeworfen werden.

Aus neueren Untersuchungen, namentlich jenen von C. Schmidt un Fr. Hoppe-Seyler, geht aber jedenfalls soviel mit genügender Sicherhe hervor, dass in den Blutkörperchen als Hauptbestandtheil eine Verbi dung von einem Albuminat (Globulin) mit einem eisenhaltigen Farb stoff (Hämatin) enthalten ist, welche ausserhalb des Organismus durch ve schiedene Umstände ihre Löslichkeit einbüssend, oder auch wohl in Fol chemischer Veränderungen durch den atmosphärischen oder den im Blu selbst absorbirten Sauerstoff sich in rothgefärbten Krystallen ausscheid Es ist bemerkenswerth, dass die Krystallisation durch solche Momen vorzugsweise begünstigt wird, welche die Blutzellen, sei es durch einfac Lösung, sei es durch chemische Veränderung, verschwinden machen u das Blut in eine durchsichtige rothe Flüssigkeit verwandeln, so: Zus von Wasser (Funke, Kunde), Einleiten von Sauerstoff und dann v Kohlensäure (Lehmann), abwechselndes Gefrierenlassen und Aufthau des Blutes (Rollet), elektrische Entladungen (Rollet), Schütteln m Aether (v. Wittich), Zusatz von gewissen Salzen zum Blute (Bursy Einwirkung der den Sauerstoff polarisirenden Chloroformdämpfe (Böt cher), Vermischen des Blutes mit krystallisirter Galle, welche die Blu körperchen rasch löst (Thiry, W. Kühne) u. s. w.

Blutkrystalle sind bisher dargestellt aus dem Blute von Hunden, Katzen, Me schen, Meerschweinchen, Eichhörnchen, Pferden, Hamstern, Ratten, Mäusen, Ma würfen, Gänsen, Tauben und vielen Fischen. Gute Abbildungen des Hämatokr stallins finden sich in Funke's Atlas der physiologischen Chemie. 2te Aufl. Ta X, Fig. 1, 2, 3, 4, 5 und 6.

Die scheinbar tetraëdrischen Krystalle des Meerschweinchenblutes gehören de tetragonalen Systeme an. Das Hämatokrystallin aus Eichhörnchenblut krystallisi im hexagonalen System, die Krystalle endlich aus Menschen-, Hunde-, Pferde

Katzen-, Hamster-, Gänse- und Fischblut stellen 4- bis 6seitige Tafeln oder Prismen dar. Die Blutkrystalle sind pleochromatisch.

Gewinnung

Aus Pferdeblut gewinnt man nach W. Kühne das Hämatokrystallin in nachstehender Weise: Dasselbe wird durch Kälte an der Gerinnung verhindert, das Plasma abgehoben und der Cruor mit einer Lösung von 1 Gramm krystallisirter Galle auf 600 C. C. Blut versetzt. Zuerst zeigt sich Gerinnung, dann resultirt eine tiefrothe Lösung, welche mit durch Essigsäure schwach angesäuertem Alkohol von 90° versetzt wird, bis sich der anfänglich entstandene Niederschlag wieder gelöst hat. Nach einigen Stunden ist Alles in einen Krystallbrei verwandelt.

Aus Hundeblut gewinnt W. Kühne es durch Gerinnenlassen, Auspressen und Zerkleinern des Coagulums, Coliren und Zusatz von 2 C. C. einer syrupdicken Lösung von 1 Thl. krystallisirter Galle in 3 Theilen Wasser. Nach 24 Stunden filtrirt man und setzt zum Filtrat auf je 100 C. C. desselben 20 C. C. Alkohol. Der Krystallbrei wird mit Spiritus, dann mit Alkohol gewaschen.

Hoppe-Seyler gewinnt es aus Hundeblut durch Vermischen von defibrinirtem Blut mit etwa der gleichen Menge Wasser, Zusatz von 1 Vol. Alkohol zu je 4 Vol. des verdünnten Blutes und Stehenlassen bei einer 0° nicht übersteigenden Temperatur. Nach 24 Stunden werden die ausgeschiedenen Krystalle abfiltrirt, ausgepresst, in möglichst wenig Wasser von 25 bis 30° C. gelöst und durch abermaliges Vermischen mit Alkohol bei niederer Temperatur umkrystallisirt.

Die einfachste und sicherste Methode, mikroskopische Blutkrystalle zu erhalten, besteht darin, einen Tropfen Blut, am besten, wenn es einige Zeit gestanden hat, auf das Objectglas zu bringen und so weit verdunsten zu lassen, dass der Rand des Tropfens einzutrocknen anfängt; man bedeckt ihn dann, nachdem man, wenn das Blut nicht bereits vorher gewässert worden war, ein Tröpfchen Wasser zugefügt hat, mit dem Deckgläschen. Die Flüssigkeit breitet sich dann über den eingetrockneten Ring aus und hier bilden sich dann am ersten und am leichtesten die Krystalle.

Eigenschaften.

Die Eigenschaften des Hämoglobins von Hundeblut sind von C. Schmidt und Hoppe-Seyler genauer studirt und auch die elementare Zusammensetzung desselben bestimmt (siehe oben.)

Die monoklinometrischen Krystalle (Schmidt) sind pleochromatisch, in einer Richtung bläulich-roth, in der dazu senkrechten scharlachroth (Hoppe-Seyler), sie enthalten 13,6 Proc. Krystallwasser (Schmidt), welches sie bei 0° im Vacuum über Schwefelsäure verlieren und sich dabei in eine hellziegelrothe Masse verwandeln. In Wasser sind sie nicht sehr leicht löslich; 100 Theile Wasser von 5° lösen nur 2 Theile Hämoglobin; mit der Temperatur wird aber die Löslichkeit bedeutend gesteigert (Hoppe-Seyler); 100 Theile Wasser von 18° lösen 15,6 Theile (Schmidt). In schwach alkalischen Flüssigkeiten und im Blutserum sind sie viel löslicher.

Spectralanalytisches Verhalten.

Diese Lösungen besitzen eine schöne blutrothe Farbe und zeigen ein sehr charakteristisches optisches Verhalten. Bringt man dieselben nämlich in Glasgefässen mit planparallelen Wänden von 1 Cm. Abstand vor den Spalt des Spectralapparates, mittelst welchen man das Sonnenspectrum oder jenes einer hellbrennenden (Petroleum-) Lampe beobachtet, so zeigt sich, dass das Licht von der Hämoglobinlösung in verschiedener Stärke absorbirt wird. Am Wenigsten zwischen den Frauenhofer'schen Linien A und B, viel stärker aber zwischen C und D. Verdünnt man aber die Hämoglobinlösung, so findet rasche Aufhellung des Spectrums statt, aber bei einer Verdünnung von 1 pro mille bleiben nun zwei dunkle

Streifen im Spectrum übrig, sogenannte Absorptionsstreifen oder Spectralbänder, welche zwischen den Frauenhofer'schen Linien D und E im Gelb und Grün des Spectrums liegen. Der näher bei D liegende Streifen ist dunkler und schärfer begrenzt, während der bei E zum Theil im Grün liegende viel breiter aber auch diffuser erscheint. Treibt man den in Hämoglobinlösungen lose gebundenen Sauerstoff durch Kohlensäure oder Wasserstoff aus, so ist die Lichtabsorption in allen Theilen des Spectrums eine stärkere, auch hier wird aber das Licht zwischen A und B am Wenigsten absorbirt. In verdünnten Lösungen, wenn daraus der Sauerstoff ausgetrieben oder durch Reductionsmittel wie Schwefelammonium oder eine ammoniakalische Lösung von weinsaurem Zinnoxydul gebunden ist, sind die beiden Absorptionsstreifen der sauerstoffhaltigen Lösung zwischen D und E durch einen breiteren schlecht begrenzten in der Mitte zwischen D und E liegenden ersetzt und die Lichtabsorption im Blau des Spectrums ist schwächer, wie bei sauerstoffhaltigen Lösungen. Durch Schütteln sauerstofffreier Hämoglobinlösungen mit atmosphärischer Luft treten die beiden charakteristischen Absorptionsstreifen der sauerstoffhaltigen Hämoglobinlösungen wieder hervor. Hoppe-Seyler nennt das sauerstoffhaltige Hämoglobin Oxyhämoglobin.

Oxyhämoglobin.

Die Spectralbänder des Oxyhämoglobins versinnlichen die auf der beigegebenen Tafel befindlichen Spectra, von welchen 1) das Sonnenspectrum, 2) aber das Hämoglobinspectrum wiedergiebt.

Bei einer Temperatur unter 0° völlig getrocknet, lässt sich das Hämoglobin unzersetzt aufbewahren, im feuchten Zustande dagegen zersetzt es sich namentlich beim Erwärmen ziemlich rasch. Verdünnte namentlich schwach alkalische Lösungen sind am Haltbarsten. Pulverisirtes kohlensaures Kali fällt es ohne Veränderung aus seinen Lösungen; alle übrigen Fällungsmittel bewirken gleichzeitig Zersetzung.

Beim Erwärmen seiner Lösungen auf 70° bis 80° wird das Hämoglobin vollständig in Hämatin und ein coagulirtes Albuminat (Globulin) zerlegt, dieselbe Veränderung erleidet es durch Zusatz von starkem Alkohol, während sehr wässriger Spiritus bei niederer Temperatur ohne Einwirkung bleibt. Säuren, selbst die schwächsten, wie z. B. Kohlensäure, dann Aetzalkalien, auch Aetzammoniak zerlegen das Hämoglobin ebenfalls und zwar um so rascher, je concentrirter die Lösungen und je höher die Temperatur. Eine Fällung tritt hier nur dann ein, wenn das sich abspaltende Globulin in der Flüssigkeit unlöslich ist. Kohlensaure Alkalien in geringer Menge sind ohne Wirkung. Schwefel- und Arsenwasserstoff bewirken Zersetzung des Oxyhämoglobins, nicht aber des sauerstofffreien. Aus den Oxyhämoglobinlösungen treibt endlich Kohlenoxydgas sämmtlichen Sauerstoff aus und bildet Kohlenoxydhämoglobin (s. u.).

Die Lösung des Hämoglobins in starker Essigsäure unter Zusatz von etwas Chlornatrium liefert beim Erwärmen salzsaures Hämatin (Hämin) in mikroskopischen Krystallen.

Methämoglobin.

Methämoglobin nennt Hoppe-Seyler ein Zersetzungsproduct des Hämoglobins, welches von schmutzigbrauner Farbe und in Wasser viel leichter löslich ist wie Hämoglobin. Die Lösungen reagiren deutlich sauer von darin enthaltenen flüchtigen Fettsäuren (Ameisensäure und Buttersäure), werden durch Alkohol leicht gefällt, wobei der Alkohol saure Reaction annimmt und zeigen das optische Verhalten des Hämatins (siehe unten). In verdünnter Lösung nämlich vor den Spalt des Spectralapparates gebracht, lassen sie einen einzigen an den Rändern etwas diffusen Absorptionsstreif zwischen den Frauenhofer'schen Linien

C und D, aber nahe bei C erkennen, welcher auf Zusatz von Ammoniak zur Lösung bis zur alkalischen Reaction verschwindet. Die Methämoglobinlösungen werden durch salpetersaures Silber, Quecksilberchlorid und Bleiessig gefällt. Letztere Fällung ist im Ueberfluss des Fällungsmittels löslich.

Eisessig und Chlornatrium liefert wie das Hämoglobin Hämin.

Kohlenoxyd-Hämoglobin. Behandelt man eine warm bereitete concentrirte Hämoglobinlösung mit Kohlenoxydgas, setzt $\frac{1}{4}$ Vol. Alkohol zu und lässt bei 0^0 einige Zeit stehen, so krystallisirt Kohlenoxydhämoglobin in schönen bläulich-rothen oft über 1 Linie langen vierseitigen Prismen, die in kaltem Wasser schwer löslich sind und beim Erhitzen im Vacuum etwas Kohlenoxyd entwickeln. Das optische Verhalten des Kohlenoxyd-Hämoglobins stimmt mit jenem des Oxyhämoglobins überein.

Kohlenoxydhämoglobin.

Vorkommen. Die Hämatokrystalline kommen nach Allem, was man von ihren Beziehungen weiss und namentlich nach der Art ihrer Darstellung im grösseren Maassstabe (Einwirkung von Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure und gleichzeitiger Einfluss strahlenden oder diffusen Sonnenlichts), als solche im Organismus präformirt wohl nicht vor, sondern entstehen erst bei dieser Behandlung aus dem Inhalte der Blutkörperchen. Eine andere Bildungsweise oder eine andere Quelle ihrer Bildung ist nicht bekannt.

Vorkommen.

So lange die interessante Thatsache der Krystallisationsfähigkeit gewisser organischer nach ihren Reactionen zu den Albuminaten zählenden Blutbestandtheile durch ein exactes, nach den Regeln strenger wissenschaftlicher Kritik angestelltes Studium noch nicht eine solidere Grundlage gewonnen hat, als dies bisher geschehen ist, und so lange die „verschiedenen Hämatokrystalline" noch nicht vollständig getrennt und einer wissenschaftlichen Controle zugänglich gemacht, so lange endlich die Bedingungen ihrer Bildung und ihr Verhältniss zur Substanz, aus der sie entstehen, noch nicht besser aufgeklärt sind, als bisher, dürfte es sich schwer rechtfertigen lassen, sich über ihre physiologischen Beziehungen in der nothwendigsten Grundlage entbehrenden hypothetischen Erörterungen zu ergehen.

Literatur: C. Funke: De sanguine venae lienalis. Diss. Lips. 1851, u. Zeitschrift f. rat. Med. N. F. I, 184. II, 199. 288. — F. Kunde: Ebendas. II, 271. — Parkes: Medical Times 1852. V, 103. — Sieveking: British and foreign med. chir. Review 1853. V, 348. — Lehmann: Lehrb. der phys. Chemie. 2te Aufl. I, 364. II, 152. 163. — Derselbe: Handb. der phys. Chemie. 2te Aufl. 182. — Derselbe: Ber. der königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig. 1852, 23. 78. 1853, 102. A. Rollet: Sitzungsber. der Wien. Akad. XLVI. 1862. Derselbe: Wiener med. Wochenschr. 1862. Nr. 29. — v. Wittich: Königsberger med. Jahrb. Bd. III, 332. — Bursy: Dissertatio inaug. Dorpat. 1863. — Böttcher: Ueber Blutkrystalle. Dorpat. 1862. — C. Schmidt (bei Böttcher). — Fr. Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XXIII, 446. XXIX, 233. 597. Med. Centralbl. 1864. S. 817. 834. ebendas. 1865. S. 65. Nr. 5. — Stokes: Philos. Magaz. Novemb. S. 391. — Böttcher: Arch. f. path. Anat. XXXII, 126. — W. Kühne: Med. Centralbl. 1863. Nr. 53. Arch. f. path. Anat. XXXIV, Nr. 412.

B. Albuminoide.

Nächste Derivate der Albuminate.

Wir zählen hierher: Mucin, Spermatin, Keratin, Fibroin, Spongin, Substanz des elastischen Gewebes (Elastin), Collagen, Chondrigen, Ichthin, Ichthidin, Peptone und Parapeptone, Ptyalin und Pepsin.

Allgemeiner Charakter.

Die aufgezählten hierher gehörigen Stoffe stehen ebensowohl nach ihrer Zusammensetzung, wie nach ihrem allgemeinen Verhalten zu den Albuminaten in einer nahen genetischen Beziehung; wie letztere sind sie alle stickstoffhaltig, meist auch wohl schwefelhaltig und haben mit ihnen überhaupt eine unläugbare Aehnlichkeit der Zusammensetzung; wie die Albuminate haben sie grosse Neigung, in Wasser aufzuquellen, sind zum Theil eminent fäulnissfähig und indifferent. Die meisten sind nicht aschenfrei darstellbar und hinterlassen beim Verbrennen eine Alkalien und phosphorsauren Kalk haltende Asche. Ihr Verhalten gegen Reagentien ist übrigens nicht unwesentlich von dem der Albuminate verschieden.

Die Zersetzungsproducte, welche sie liefern, stimmen theilweise mit denen der Albuminate überein, es ist aber bemerkenswerth, dass einige davon bei der Behandlung mit Säuren und Alkalien neben Leucin auch Glycin liefern, welches man aus den eigentlichen Albuminaten noch nicht erhalten hat.

Die meisten der hierher gehörigen Stoffe sind organisirt und integrirende Bestandtheile von Geweben (Epithelien, Horngewebe, Knorpelzellen, Sehnen, elastisches Gewebe u. s. w.), einige kommen aber auch in Lösung vor und einzelne scheinen der Krystallisation fähig zu sein.

Einige davon sind endlich sehr wichtige thierische Fermente.

Von den physiologischen Beziehungen der Albuminoide gilt vielfach das von den Albuminaten Gesagte. Die abweichenden Momente werden bei den einzelnen Stoffen erörtert werden, insofern überhaupt Anhaltspunkte dafür geboten sind.

Schleimstoff, Mucin.

Schleimstoff.

Mit diesem Namen bezeichnet man gewisse aus zähen fadenziehenden schleimigen Flüssigkeiten, aber auch aus Geweben dargestellte den Albuminaten ziemlich nahe stehende Stoffe. Am Genauesten studirt ist das Mucin aus dem schleimigzähen Inhalte einer Cystengeschwulst eines Menschen zwischen Speise- und Luftröhre (Scherer) und jenes aus dem Schleim der Weinbergschnecke (Eichwald). Der Inhalt der von Scherer untersuchten Cystengeschwulst mischte sich mit Wasser, liess sich filtriren, und in der Lösung bewirkte Kochen weder Coagulation noch Trübung, Essigsäure einen im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Salpetersäure eine im Ueberschuss lösliche Fällung und ebenso andere Mineralsäuren. In den sauren Lösungen bewirkte Ferrocyankalium weder Trübung noch Niederschlag. Alkohol erzeugte ein weisses faseriges Coagulum, welches in Wasser sich wieder löste.

Durch wiederholtes Fällen mit Alkohol und Auskochen mit Alkohol und Aether gereinigt, gab das Mucin Scherer's wenig Asche, erwies sich schwefelfrei

und enthielt in 100 Theilen: Kohlenstoff 52,17, Wasserstoff 7,01, Stickstoff 12,64, Sauerstoff 28,18.

Mucin aus dem Schleim der Weinbergschnecke.

Aus dem Schleime der Weinbergschnecken stellte Eichwald durch Zerschneiden der Thiere, Zerreiben mit Sand, Auskochen mit Wasser, Filtriren, Fällen mit Essigsäure, Digestion des Coagulums mit verdünnter Essigsäure, Auswaschen zuerst mit essigsäurehaltigem, dann mit reinem Wasser, Lösen des so behandelten Niederschlags in überschüssigem Kalkwasser, Filtriren, abermaliges Fällen mit Essigsäure und Auswaschen mit Essigsäure und Wasser einen von ihm ebenfalls Mucin genannten Körper dar, der nachstehende Eigenschaften zeigte:

Flockige bräunlichgraue Masse, unlöslich in Wasser, aber darin aufquellend, durch Weingeist coagulirt, ebenso durch geringe Mengen von Säuren, unlöslich in organischen Säuren, löslich in concentrirten Mineralsäuren, löslich in Alkalien, in Kalk- und Barytwasser. Die mit Kalkwasser gesättigten Lösungen sind neutral, werden durch organische Säuren permanent, durch Mineralsäuren vorübergehend gefällt. Ferrocyankalium giebt in den sauren Lösungen weder Niederschlag noch Trübung. Beim Kochen bleiben die neutralen Lösungen klar, werden durch Alkohol gefällt und stimmen überhaupt mit den Lösungen des Scherer'schen Mucins vollkommen überein. Das Millon'sche Reagens bewirkt rosenrothe Färbung.

Getrocknet ist Scherer's wie Eichwald's Mucin den getrockneten Albuminaten ähnlich und weder in kaltem noch in warmem Wasser löslich. Auch Eichwald's Mucin erwies sich schwefelfrei, war rein dargestellt, vollkommen aschenfrei und gab bei der Elementaranalyse von denen Scherer's nicht unbedeutend abweichende Zahlen, nämlich in 100 Theilen: Kohlenstoff 48,94, Wasserstoff 6,81, Stickstoff 8,50, Sauerstoff 35,75.

Durch künstliche Verdauungsflüssigkeit bei Körperwärme wird das Mucin Eichwald's nicht verändert, beim Kochen mit verdünnten Säuren aber soll es in Acidalbumin und Traubenzucker übergehen.

Mucin von diesen Eigenschaften hat Eichwald ausserdem aus Colloidgeschwülsten, aus pneumonischem Auswurf, aus Retentionscysten, aber auch aus Lymphdrüsen, Schilddrüsen, Speicheldrüsen, Sarkomen und Fibroiden dargestellt.

Durch Kochen von fötalem Bindegewebe mit Wasser (Schlossberger) und von Sehnen mit Kalkwasser (A. Rollet) erhält man dem Mucin sehr nahe stehende wenn nicht damit identische Körper.

Schleimpepton.

Schleimpepton — nennt Eichwald eine Substanz, die er durch Auflösen von Mucin in überschüssigem Kalkwasser, Verdünnen mit Wasser, Kochen bis Essigsäure keinen Niederschlag mehr gab, Einleiten von Kohlensäure in die erkaltete Flüssigkeit, Aufkochen zur Abscheidung des kohlensauren Kalks, Concentriren des Filtrats und Fällung mit Alkohol erhielt. Graulich-weisse aus zarten Flocken bestehende Masse, leicht löslich in Wasser, weder durch Säuren, Alkalien noch durch Salze fällbar, wohl aber durch Kochen unter Zusatz einer Säure. Nicht fällbar durch Metallsalze mit Ausnahme des Bleiessigs. Millon's Reagens giebt rosenrothen Niederschlag. Die Substanz färbt Jod bräunlich, ist schwefel- und aschenfrei, und dialysirt sehr leicht, während Mucin so gut wie kein Diffusionsvermögen besitzt. Es findet sich in stagnirenden schleimhaltigen Flüssigkeiten.

Vorkommen.

Der Schleimstoff kommt im Schleim jedenfalls gelöst vor, allein seine Lösung scheint nach den Beobachtungen Städeler's und Eichwald's von damit verbundenem Alkali abhängig zu sein; auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die ausserordentlich verschiedenen Consistenzgrade, welche der Schleim zeigt, von der Menge des Alkalis herrühren, welche

damit verbunden ist. Sättigt man nämlich das freie Alkali des Schleims mit Essigsäure, so wird die Schleimlösung um so zäher, je mehr Alkali durch die Essigsäure entzogen wird, bis sich endlich der Schleimstoff in dicken Flocken abscheidet (Städeler).

Dass sich der Schleimstoff aus den Albuminaten bildet, ist eben so sicher, als es gänzlich unaufgeklärt ist, wie dies geschieht. Vergleicht man die Zusammensetzung des Mucins mit jener der Albuminate, so ergiebt sich sogleich, dass aus den Albuminaten, damit sie in Mucin übergehen können, Kohlenstoff, Schwefel und Stickstoff austreten müsse.

Pyin.

Pyin — hat man ein in anomalem Eiter und in einigen pathologischen Transsudaten nachgewiesenes Albuminoid genannt, welches dem Mucin jedenfalls in Eigenschaften, Zusammensetzung und Reactionen sehr nahe steht. Seine Auflösungen werden aber durch Quecksilberchlorid und neutrales essigsaures Bleioxyd gefällt.

Spermatin.

Spermatin. Diesen Namen hat man einem Bestandtheil des thierischen Samens gegeben, welcher sich in seinem chemischen Verhalten noch am nächsten an das Mucin anschliesst. Von seiner Gegenwart ist die gallertige Beschaffenheit des frisch entleerten Samens bedingt. Seine Lösungen gerinnen nicht durch Kochen; Essigsäure erzeugt darin einen im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag, und in der essigsauren Lösung bewirkt Ferrocyankalium einen Niederschlag, Salpetersäure bewirkt eine leichte Trübung. Beim Abdampfen geht das Spermatin in eine unlösliche Modification über; der Rückstand ist in Wasser unlöslich, in verdünnten Alkalien löslich, wird aber aus dieser Lösung durch concentrirte Alkalien wieder präcipitirt.

Literatur: Schlossberger: Vers. einer allgem. u. vergl. Thierchemie. S. 316. — Scherer: Ann. d. Ch. u. Pharm. LVII, 196. — Schlossberger: ebendas. XCVI, 71. — A. Rollet: Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. XXXIX, S. 308 — Städeler: ebendas. CXI, 14. — Cramer: Unters. d. Seide und des thierischen Schleims. Dissert. Zürich 1863. — Eichwald: Ann. d. Ch. u. Ph. CXXXIV, 177.

Keratin. Hornstoff.

Zusammensetzung in 100 Theilen:

	Epithelium	Epidermis	Nägel	Horn	Haare	Federn
Kohlenstoff	51,53	50,28	51,00	51,03	50,65	52,457
Wasserstoff	7,03	6,76	6,94	6,80	6,36	6,958
Stickstoff	16,64	17,21	17,51	16,24	17,14	17,719
Sauerstoff	22,32	25,01	21,75	22,51	20,85	22,866
Schwefel	2,48	0,74	2,80	3,42	5,00	

Keratin.

Chemisch rein ist das Keratin noch nicht dargestellt. Alle Gewebe, welche diese Grundsubstanz enthalten, sind ihrem grössten Theile nach unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, durch Kochen mit Wasser werden sie zum Theil weich, geben aber keinen Leim. Werden einige davon unter einem Drucke von mehreren Atmosphären mit Wasser gekocht, so gehen sie in Lösung. In sehr concentrirter Essigsäure quellen sie gallertartig auf und lösen sich darin, mit Ausnahme der Haare. In Alkalien lösen sie sich leicht auf; die alkalische Lösung giebt, mit Essigsäure versetzt, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, einen Niederschlag. Horn entwickelt übrigens schon, mit Wasser gekocht, Schwefelwasserstoff. Salpetersäure färbt sie gelb. Schwefelsäure zersetzt diese Gewebe unter Bildung von Leucin und viel Tyrosin (4 Procent).

Vorkommen. Das Keratin ist die Grundsubstanz des Horngewebes oder der Tela cornea der Histologen, wozu Epithelium, Epidermis, Nägel, Hufe, Klauen, Horn, Wolle, Haare, Federn, Fischbein und Schildpatt gehören. In den ersten Stadien der Entwickelung scheinen sie alle aus kernhaltigen Zellen zu bestehen, welche später in kernlose Schüppchen oder Blättchen übergehen. Zellenmembran, Inhalt und Kern scheinen anfänglich chemisch different zu sein. Ueberhaupt ist es nach Allem kaum zu bezweifeln, dass das Keratin kein chemisches Individuum, sondern ein Gemenge unter einander ähnlicher Verbindungen ist.

Vorkommen.

So wie alle zu den Albuminoiden gezählten Stoffe stammt auch das Keratin sicherlich von den Albuminaten ab; der chemische Vorgang bei dem Uebergange ist uns aber gänzlich unbekannt. Vergleicht man die Zusammensetzung des Keratins oder besser der gereinigten Horngewebe mit jener der Albuminate, so ergiebt sich für erstere ein niedrigerer Kohlenstoff- und durchschnittlich ein höherer Stickstoff- und Schwefelgehalt.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Bezüglich des Austritts macht das Keratin von den Albuminaten und übrigen Albuminoiden eine bemerkenswerthe Ausnahme; ein Theil desselben verlässt nämlich den Organismus als solches in Folge der Abstossung der epithelialen und Horngebilde (Hautabschuppung, Häutung, Mauserung, Entfernung und Ausfallen der Haare, der Nägel, Klauen, Wolle, Abwerfen der Geweihe u. s. w.).

Die physiologische Bedeutung des Keratins fällt natürlich mit jener des Horngewebes zusammen, diese aber ist eine sehr hervorragende. Vor Allem kommt hier der Schutz in Betracht, welchen die Horngewebe den zarteren gefäss- und nervenreichen Gebilden gegen mechanische und chemische Schädlichkeiten gewähren; sodann sind sie als schlechte Wärmeleiter für die Regulation der thierischen Wärme von Bedeutung, ebenso aber für jene der Verdunstung, der Transsudation und der Resorption. Der epitheliale Bau vieler Drüsen spricht dafür, dass sie in einem bestimmten Verhältnisse zur Secretion stehen, welches aber dieses Verhältniss ist, erscheint noch gänzlich unaufgeklärt.

Physiologische Bedeutung.

Conchiolin. An das Keratin schliesst sich eine von Fremy Conchiolin genannte Materie an, die den in Kalilauge unlöslichen Bestandtheil der Muschelschalen bildet. Diese Materie bildet beim Kochen mit Wasser auch unter starkem Drucke keinen Leim, ist überhaupt unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und Kalilauge. Die Zusammensetzung stellt diese Substanz sehr nahe an das Horngewebe. Sie enthält nämlich in 100 Theilen etwa 50 Proc. Kohlenstoff, 6 Wasserstoff, 16 bis 16,7 Stickstoff und 38 Sauerstoff. (Auf einen etwaigen Schwefelgehalt wurde sie nicht untersucht.)

Conchiolin.

Eine ähnliche Substanz, aber nur 12 bis 13 Proc. Stickstoff enthaltend, fand Schlossberger im Byssus der Acephalen.

Literatur: Berzelius: Lehrb. d. Chemie. Bd. IX. 4. Aufl. S. 376. — Mulder: Vers. einer allgem. phys. Chemie. Bd. II, S. 542. — Schlossberger: Vers. einer allgem. vergleich. Thierchemie. S. 265. 243. — Chevreul: Compt. rend. 1840. I. Ser. Nro. 16. — Scherer: Ann. d. Ch. u. Ph. XL, 54. — Grothe: Journ. f. prakt. Chem. LXXXIX, 420. — Fremy: Ann. d. Chemie. XLIII, 69.

Fibroin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 48,61, Wasserstoff 6,50, Stickstoff 17,34, Sauerstoff 27,55.

Fibroin.

Empirische Formel: $C_{30} H_{23} N_5 O_{12}$.

Weisse, glänzende, zerreibliche, geruch- und geschmacklose Masse, in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und Ammoniak unlöslich, in Alkalien, namentlich stärkeren Laugen, löslich, aus der alkalischen Lösung durch Wasser zum Theil wieder ausgeschieden. In concentrirter Salpetersäure, Schwefelsäure und Salzsäure ebenfalls löslich. Längere Zeit mit Luft und Wasser in Berührung, wird es im Wasser zum Theil löslich.

Es ist eine Eigenthümlichkeit des Fibroins, dass es, aus seinen Lösungen gefällt, sich stets in Fasergestalt ausscheidet.

In schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak löst sich das Fibroin auf.

Mit Schwefelsäure gekocht liefert es neben Leucin viel Tyrosin (etwa 5 Proc.), am meisten von allen Albumniaten und Albuminoiden und bei längerer Behandlung auch Glycin.

Vorkommen. Das Fibroin ist der wesentlichste Bestandtheil der Seide und wurde ausserdem in den sogenannten Herbstfäden nachgewiesen. Als Bestandtheil höherer thierischer Organismen hat man es bisher noch nicht aufgefunden.

Seidenleim.

Seidenleim. Sericin. Kohlenstoff 44,32, Wasserstoff 6,18, Stickstoff 18,30, Sauerstoff 31,20 in 100 Theilen. Emp. Formel $C_{30} H_{25} N_5 O_{16}$.

Wird erhalten, indem man Seide längere Zeit im Papin'schen Topfe mit Wasser auskocht, wobei der Seidenleim in Lösung geht. Leimähnliche, gelblich durchscheinende, in kaltem Wasser leicht lösliche Masse. Die essigsaure Lösung giebt mit Ferrocyankalium einen grünlichen Niederschlag. Die wässerige Lösung wird durch Alkohol, Gerbsäure, Bleiessig, salpetersaures Quecksilberoxydul, Zinnchlorid, Chlor und Brom gefällt.

Nach seiner Zusammensetung liesse sich der Seidenleim als Fibroin betrachten, welches 2 O und 2 HO aufgenommen hat: $C_{30} H_{23} N_5 O_{12} + 2 O + 2 HO = C_{30} H_{25} N_5 O_{16}$ (Städeler, Cramer). Mit dieser Ansicht stimmen an der Seidensubstanz in dem Schlauche der Seidenwürmer von Bolley gemachte Beobachtungen überein.

Durch Schefelsäure entsteht aus Seidenleim eine dem Alanin und Glycin ähnliche krystallisirbare Amidosäure, das Serin: $C_6 H_7 N O_6$ neben Leucin und Tyrosin.

Spongin.

Spongin. Mit diesem Namen hat man die Substanz des Badeschwamms bezeichnet, die man früher für identisch mit Fibroin hielt. Gegen diese Identität spricht aber die jüngst von Städeler beobachtete Thatsache, dass der gereinigte Badeschwamm, mit Schwefelsäure zersetzt, neben Leucin kein Tyrosin, sondern Glycin liefert, wodurch es sich den unten zu besprechenden leimgebenden Geweben anschliesst.

Literatur: Mulder: Vers. einer allgem. phys. Chemie, Bd. I, S. 328. 333. — Schlossberger: Vers. einer allgem. vergl. Thierchemie, S. 257. — Städeler: Ann. d. Ch. u. Ph. CXI, 14. — Cramer: Unters. der Seide und des thier. Schleims. Dissert. Zürich 1863. — Journ. f. prakt. Chem. XCVI, S. 76. — Bolley: Journ. f. prakt. Chem. XCIII, 347. Chem. techn. Mittheilungen.

Substanz des elastischen Gewebes: Elastin.

Elastin.

Das durch Kochen mit Alkohol, Aether, Wasser, concentrirter Essigsäure und verdünnter Kalilauge, ferner durch successive Behandlung mit Wasser, nicht zu concentrirter Salzsäure und dann abermals mit Wasser gereinigte elastische Gewebe besitzt folgende Eigenschaften:

Spröde, gelbliche, deutlich faserige Masse, quillt in Wasser auf und wird dadurch vollkommen elastisch, ebenso in verdünntem Ammoniakliquor und Essigsäure. Vollkommen unlöslich in Wasser, selbst bei mehrtägigem Kochen, ebenso in Alkohol, Aether und Essigsäure. In concentrirter Kalilauge mit bräunlicher Färbung löslich; die Lösung nach Neutralisation mit Schwefelsäure eingedampft, gelatinirt nicht und wird durch Säuren, mit Ausnahme von Gerbsäure, nicht gefällt. Auf dem Platinbleche verbrennt es ohne Rückstand. Das gereinigte elastische Gewebe ist schwefelfrei.

Mit Schwefelsäure gekocht liefert es Leucin.

Das elastische Gewebe gab bei der Analyse folgende procentische Zusammensetzung:

	Tilanus		W. Müller			
Kohlenstoff	54,90	55,65	55,47	55,72	55,55	55,09
Wasserstoff	7,25	7,41	7,54	7,67	7,11	7,33
Stickstoff	17,52	17,74	16,09	15,71	16,52	16,43
Sauerstoff	20,33	19,20	20,90	20,70	20,82	21,15

(aus dem Nackenband dargestellt).

Vorkommen.

Vorkommen. Das Elastin ist die Grundsubstanz des sogenannten elastischen Gewebes, welches aber die neuere Histologie als kein eigenthümliches Gewebe, sondern als einen integrirenden Bestandtheil gewisser Bindegewebsformen auffasst. Die elastischen Fasern treten beim Menschen und den höheren Wirbelthieren vorwiegend in nachstehenden Gebilden auf: den hellen Zwischenwirbelbändern, gewissen Bändern des Kehlkopfs, der Luftröhren und Bronchien, einem Theil des Balkengewebes der Milz, den gefensterten Gefässhäuten, den Netzknorpeln, manchen Muskelscheiden, bei Thieren ausserdem im Nackenbande, den Krallenbändern der Katzen, einem Theil der Orbitalhaut der Pferde, der Schwimmblase einiger Fische u. a. m.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Grundsubstanz des elastischen Gewebes mit jener der Albuminate, so fällt mit Ausnahme des hier fehlenden Schwefels die grosse Uebereinstimmung in die Augen. Jedenfalls setzt daher der Uebergang der Albuminate in elastisches Gewebe eine sehr wenig eingreifende chemische Veränderung voraus. Wie aber dieser Uebergang erfolgt und in welcher Form sich der Schwefel abspaltet, ist gänzlich unbekannt.

Ebenso wenig wissen wir über die Verwandlungen des elastischen Gewebes in Folge des Stoffwechsels. Seine physiologische Bedeutung ist im Allgemeinen die des Bindegewebes; dieses erscheint aber vor Allem als allgemeine Hüllen- und Kittsubstanz; wo es in compacteren Massen auftritt, setzt es auch wohl ganze Apparate zusammen (Sehnen, Bänder,

Aponeurosen, Gefässhäute). Die dem Bindegewebe in neuerer Zeit zuerkannte Eigenschaft, insofern es geformt ist, ein grosses zusammenhängendes Höhlen- oder Röhrensystem, eine eigenthümliche Flüssigkeit enthaltend, zu bilden (Virchow, v. Wittich), kommt den elastischen Fasern, die nicht hohl, sondern solid zu sein scheinen, nicht zu.

Literatur: Mulder: Vers. einer allgem. phys. Chemie. Bd. II, 592. — Schlossberger: Vers. einer allgem. u. vergl. Thierchemie. S. 126. — W. Müller: Zeitschr. f. rat. Med. 3. Aufl. Bd. X. Heft 2.

Collagen und Glutin.

Collagen und Glutin.

Die als Grundsubstanz Collagen enthaltenden, d. h. leimgebenden Gewebe charakterisiren sich chemisch vor Allem dadurch, dass sie beim Kochen mit Wasser sich auflösen, indem sie sich dabei in sogenannten Knochenleim (Glutin) verwandeln. Die Auflösungen des Glutins verhalten sich wie folgt:

Alkohol schlägt aus wässerigen Lösungen das Glutin faserig-flockig nieder, dieser Niederschlag löst sich jedoch in Wasser wieder auf; — Säuren fällen Glutinlösungen nicht, mit Ausnahme der Gerbsäure, welche auch in sehr verdünnten Lösungen noch starke Fällung bewirkt; — Chlorwasser erzeugt einen weisslich-flockigen Niederschlag, ebenso bewirken Sublimat und Platinchlorid Niederschläge. — Nicht gefällt werden Glutinlösungen durch Alaun, Silber-, Quecksilber-, Kupfer- und Bleisalze, sowie durch Ferrocyan- und Ferridcyankalium.

Glutinlösungen zeigen starke Ablenkung des polarisirten Lichtes nach links. Specif. Drehung: — 130°.

Das Glutin ist in reinem Zustande eine amorphe, glasartig durchsichtige, schwachgelbliche, spröde, geruch- und geschmacklose Substanz, die in kaltem Wasser aufquillt, ohne sich eigentlich zu lösen, in kochendem löst es sich zu einer schleimigen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Auch bei sehr bedeutender Verdünnung bildet sich noch die Gallerte. In Alkohol und Aether ist das Glutin unlöslich.

An der Luft geht der Knochenleim leichter und rascher in Fäulniss über, als irgend eine andere thierische Substanz; beim Erhitzen bläht er sich auf, riecht nach verbranntem Horn und hinterlässt eine phosphorsauren Kalk haltende Asche.

Mit oxydirenden Agentien behandelt, liefert er dieselben Zersetzungsproducte wie die Albuminate, mit Schwefelsäure und mit Alkalien liefert er Leucin und Glycin.

Vorkommen.

Vorkommen. Unter Collagen versteht man, wie bereits oben erwähnt wurde, die Grundsubstanz derjenigen Gewebe, welche beim Kochen mit Wasser sich in Leim und zwar in diejenige Modification desselben verwandeln, die wir Knochenleim oder Glutin nennen. Zu diesen Geweben zählen aber folgende: das Bindegewebe mit Ausschluss der elastischen Fasern, die knorplige Grundlage der Knochen und die verknöchernden Knorpel, die faserigen Zwischengelenksknorpel, ausserdem bei Thieren Hirschhorn, Hausenblase, Fischschuppen.

Ueber das Wie der Leimbildung aus diesen Geweben ist man noch keineswegs im Klaren. Nur Eines ist sicher, dass die elementare Zusammensetzung der leimgebenden gereinigten Gewebe von jener des

Leimes, den sie beim Kochen liefern, nicht verschieden ist, wie sich aus nachfolgenden Zusammenstellungen ergiebt:

	Hausen-blase	Leim daraus	Sehnen	Leim daraus	Knochen-knorpel	Leim aus foss. Knochen
Kohlenstoff	50,5	50,7	50,9	50,2	50,4	50,4
Wasserstoff	6,9	6,6	7,2	6,7	7,1	7,1
Stickstoff	18,8	18,3	18,3	17,9	18,2	18,1
Sauerstoff / Schwefel	23,7	24,3	23,5	25,0	24,2	24,3

Der Schwefelgehalt des Glutins wurde 0,56 Proc. gefunden.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Diese Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Leims und der leimgebenden Gewebe hat zu zwei Ansichten geführt: nach einer derselben würde die Leimbildung trotz der gleichen Zusammensetzung auf einer chemisch-physikalischen Metamorphose des Gewebes beruhen, sei es nun, dass dieselbe in einem geänderten Verhältnisse der damit verbundenen Mineralstoffe, oder sei es, dass sie in molekularen Umlagerungen bestände; nach der anderen allerdings schwächer vertretenen Ansicht wäre das Glutin in den glutingebenden Geweben bereits fertig gebildet, aber in eigenthümlicher, durch die Organisation bedingter Aggregatform und vielleicht in verdichteter Form enthalten.

Welche dieser beiden Ansichten und ob überhaupt eine derselben die richtige ist, muss vorläufig unentschieden bleiben.

Es ist übrigens vor Allem bemerkenswerth, dass man in neuerer Zeit einen Körper von allen Eigenschaften des Glutins im leukämischen Blute nachgewiesen hat (Scherer), so dass die Möglichkeit des Vorkommens von fertig gebildetem Leim im Organismus nicht mehr bezweifelt werden kann.

Ueber die Verwandlungen der leimgebenden Gewebe im lebenden Organismus weiss man ebenso wenig Positives, wie über ihre Abstammung. Vergleicht man die Zusammensetzung der Albuminate mit jener der leimgebenden Gewebe, so ergiebt sich für letztere zwar ein niedrigerer Kohlenstoffgehalt, aber ein höherer Stickstoffgehalt. Betrachtet man es als eines besonderen Beweises nicht bedürfend, dass die leimgebenden Gewebe aus den Albuminaten entstehen, so muss sich dabei Kohlenstoff von letzteren in irgend einer Atomgruppe abspalten.

Die physiologische Bedeutung des Collagens ist natürlich die der leimgebenden Gewebe selbst, und die Erörterung derselben fällt daher, insofern es sich hier um keine chemischen Verhältnisse handelt, der Physiologie anheim.

Literatur: Mulder: Vers. einer allg. phys. Chemie Bd. I, S. 330. — Schlossberger: Vers. einer allgem. u. vergl. Thierchemie S. 21 u. f. — Scherer: Ann. d. Ch. u. Ph. XL, 46. — Derselbe: Verh. d. med. phys. Gesellsch. zu Würzb. Bd. VII, S. 123.

Chondrigen und Chondrin.

Chondrigen und Chondrin.

Gewisse leimgebende Gewebe geben beim Kochen mit Wasser einen Leim, der sich in einigen Reactionen von dem Glutin oder Knochenleim nicht unwesentlich unterscheidet; man hat diesen Leim Chondrin oder Knorpelleim, und die Grundsubstanz der Gewebe, welche ihn liefern, Chondrigen genannt.

In Bezug auf die organoleptischen und physikalischen Charaktere, sowie auf die Eigenschaft, beim Erkalten der concentrirten warmen Lösung zu gelatiniren, unterscheidet sich das Chondrin vom Glutin wenig oder nicht, wohl aber durch das Verhalten seiner wässerigen Lösung gegen Reagentien.

Essigsäure erzeugt starken im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure bewirken ebenfalls Fällungen, die aber im geringsten Ueberschuss der Säuren löslich sind. Ebenso bewirken Alaun, Blei-, Eisen-, Silber-, Kupfer- und Quecksilberoxydulsalze starke Fällungen, Quecksilberchlorid dagegen nur Trübung.

Auch Chondrinlösungen lenken den polarisirten Lichtstrahl stark nach links ab und zwar beträgt die specifische Drehung für gelbes Licht — 213,5°.

Beim Kochen mit Schwefelsäure soll das Chondrin nur Leucin, aber kein Glycin geben (Hoppe). Beim Kochen mit Salzsäure liefert es unter anderen stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten eine der Melitose ähnliche linksdrehende, schwierig krystallisirbare, nur langsam in Gährung zu versetzende Zuckerart: Chondroglykose (Bödeker, de Bary). Dieselbe Spaltung erleidet das Chondrin durch Einwirkung des Magensaftes bei Blutwärme (Meissner).

Vorkommen.

Vorkommen. Zu den beim Kochen Chondrin gebenden Geweben zählen die permanenten Knorpel, die Knochenknorpel vor der Ossification und gewisse pathologisch veränderte Knochen (Enchondroma). So wie beim Glutin fragt es sich auch beim Chondrin, ob dasselbe erst aus dem Chondrigen durch das Kochen mit Wasser entsteht, oder ob es in den Geweben bereits fertig gebildet, aber organisirt enthalten ist. Auch die Zusammensetzung des Chondrins ist von jener der Chondrin liefernden Gewebe nicht verschieden, wie folgende Zusammenstellungen deutlich machen:

	Rippenknorpel	Cornea	Chondrin
Kohlenstoff	50,9	49,5	49,9
Wasserstoff	6,9	7,1	6,6
Stickstoff	14,9	14,4	14,5
Sauerstoff und Schwefel	27,2	28,9	29,0

Der Schwefelgehalt des Chondrins beträgt nach den angestellten Beobachtungen etwa 0,4 Procent.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Chondrins mit der des Glutins, so ergiebt sich für ersteres durchschnittlich ein etwas geringerer Kohlenstoff- und ein um etwa 3 Procent höherer Stickstoffgehalt.

Sonstige physiologische Beziehungen.

Von der Abstammung des Chondrins und seinen Verwandlungen im Organismus wissen wir ebenso wenig Positives, wie vom Collagen und Glutin. Dass alle diese Stoffe sich aus Albuminaten bilden und ähnliche Verwandlungen erleiden, ist mehr wie wahrscheinlich, allein wir erschliessen dies auf dem Wege der Induction und nicht aus directen Thatsachen. Die Versuche, Albuminate in Chondrin oder Glutin und letztere beide Stoffe in einander zu verwandeln, haben entweder ein negatives Resultat gegeben oder es war ihr Erfolg kein entscheidender. So hat man angegeben, dass Albumin durch Kochen mit Salzsäure bei Ausschluss der Luft sich in eine mit Chondrin in allen Eigenschaften übereinstimmende Substanz verwandle (Rochleder), allein die Elementaranalyse dieser Substanz ergab im Mittel an 2 Proc. mehr Kohlenstoff und um ebenso viel mehr Stickstoff, ja nahezu um 1 Proc. mehr Wasserstoff. Nach diesen Zahlenergebnissen die fragliche Substanz für Chondrin zu erklären, ist bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr gerechtfertigt. Dass durch Kochen chondrigener Knorpeln mit Kali das Chondrin in Glutin übergehe, wie M. Schulze und später Friedleben gefunden zu haben glaubten, ist von ersterem selbst zurückgenommen, insofern das erhaltene Product dem Glutin ähnlich gelatinirt, aber sonst noch die Reactionen des Glutins zeigt.

Die physiologische Bedeutung des Chondrigens ist die der betreffenden Gewebe.

Literatur: Mulder l. c. Bd. I, S. 330. Schlossberger l. c, S. 30. De Bary, Phys. chem. Unters. über Eiweisskörper u. Leimstoffe. Dissert. Tübingen 1864. — G. Fischer u. C. Bödeker: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXVII, 111. Zeitschrift f. rat. Med. Bd. VII, S. 127. — G. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XIV. — Ch. Gerhardt: Traité de chim. org. T. IV, p. 509. — M. Schulze: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXI, S. 275. — Derselbe: Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXXXIII, S. 162. — Friedleben: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. X, S. 20. — Fr. Rochleder: Sitzungsbericht der Wiener Akad. Bd. XXX, S. 166; Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXXIV, S. 406.

Ichthin, Ichthidin, Ichthulin, Emydin.

Unter diesen Namen wurden von Valenciennes und Frémy mehrere den Albuminaten jedenfalls sehr nahe stehende Stoffe in den Eiern verschiedener Thiere beschrieben, deren Studium aber immerhin noch ein sehr unvollständiges ist, so dass das unten darüber Folgende mehr als ein Fingerzeig für weitere Untersuchungen, denn als definitives Resultat zu betrachten ist.

Ichthin.

Ichthin. In 100 Theilen: Kohlenstoff 51,0, Wasserstoff 6,7, Stickstoff 15,0, Phosphor (?) 1,9, Sauerstoff 25,4. — Die Substanz der Dotterplättchen der Eier der Knorpelfische und wahrscheinlich auch der Batrachier. Diese Dotterplättchen, weiss und vollkommen transparent, sind von verschiedener, aber für jede Species constanter Gestalt: rectanguläre Täfelchen mit abgerundeten Kanten und abgestumpften Ecken bei Raja clavata L., — elliptisch oder kreisrund bei Torpedo

marmorata, — sehr lang gestreckt oval, mitunter hexagonal bei Squalus galeus, — quadratisch, gewöhnlich mit abgestumpften Ecken bei Rana esculenta. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,008 bis 0,06mm, und nach den Untersuchungen von L. Radlkofer erscheinen sie doppelt brechend und stellen wirkliche Krystalle dar.

Chemisch sind sie durch folgendes Verhalten charakterisirt: unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Salzsäure ohne violette Färbung, löslich in den übrigen Mineralsäuren und in Essigsäure, löslich in kaustischem Kali und Natron, aber wie es scheint unlöslich in Ammoniak.

Ichthidin.

Ichthidin. Die Dotterplättchen unreifer Eier von Knochenfischen: rectanguläre oder nahezu quadratische platte Täfelchen, vollkommen durchsichtig und doppelt brechend.

Das Ichthidin ist in Wasser löslich, seine wässerige Lösung gerinnt durch Alkohol und Aether sowie durch Kochen. Concentrirte Salzsäure löst es, aber ohne violette Färbung, Salpetersäure färbt die Plättchen gelb, das Millon'sche Reagens färbt sie roth, Ammoniak bewirkt Lösung, nicht aber concentrirte Kalilauge, Schwefelsäure und Essigsäure. Jodlösung färbt sie gelb, und löst sie wahrscheinlich auf. Die Ichthidinplättchen lassen sich umkrystallisiren (L. Radlkofer).

Ichthulin.

Ichthulin. In 100 Theilen: Kohlenstoff 52,5, Wasserstoff 8,0, Stickstoff 15,2, Schwefel 1,0, Phosphor 0,6, Sauerstoff 22,7. — Ein dem Ichthin sehr ähnlicher von Valenciennes und Frémy in Fischeiern und insbesondere den Salmeneiern aufgefundener Stoff. Löslich in Wasser, die anfangs klare Lösung trübt sich aber bald unter Bildung eines syrupösen, fadenziehenden, in Wasser unlöslichen Absatzes, namentlich bei Zusatz einer grösseren Wassermenge. Durch Behandlung mit Alkohol und Aether verliert das Ichthulin seine Viscosität und wird pulverisirbar.

Sind die Eier der Karpfen einmal vollständig ausgebildet, so findet sich darin weder Ichthin noch Ichthulin mehr, sondern Albumin, welches ein phosphorhaltiges Fett in Suspension hält.

Emydin.

Emydin. In 100 Thln.: Kohlenstoff 49,4, Wasserstoff 7,4, Stickstoff 15,6, Sauerstoff und Phosphor 27,6. — Mit diesem Namen bezeichnen Valenciennes und Frémy in den Eiern der Schildkröten vorkommende rundliche theilweise abgeplattete Körner, die nicht selten krystallartige Einschlüsse enthalten, deren chemisches Verhalten sie als eiweissartige Körper und mit den Körnern selbst identisch erscheinen lässt. Diese Einschlüsse sind bald langgezogen sechseckig, bald quadratisch oder rectangulär, bald rhombisch oder rhomboidisch, bald unregelmässig eckig oder oval; sie brechen das Licht doppelt und sind nach L. Radlkofer als wirkliche Krystalle zu betrachten. Das Emydin unterscheidet sich vom Ichthin dadurch, dass es sich in verdünnter Kalilauge sogleich löst, in Essigsäure aber, ohne sich zu lösen, aufquillt. In kochender Salzsäure löst sich das Emydin ohne violette Färbung und hinterlässt beim Verbrennen eine kalkhaltige Asche.

Bedeutung dieser wenig studirten Substanzen.

Wir müssen wiederholt darauf aufmerksam machen, dass Valenciennes' und Frémy's Angaben alle ausserordentlich lückenhaft und weit davon entfernt sind, solches Vertrauen beanspruchen zu können, dass man darauf irgend welche positive Schlüsse bauen dürfte. Namentlich fehlt alle und jede Garantie, dass die unter obigen Namen von Valenciennes und Frémy beschriebenen Körper chemische Individuen, ja es ist vielmehr sehr wahrscheinlich, dass es Gemenge sind. Es muss jedenfalls weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, über diese Körper

mehr Licht vom rein chemischen Standpunkte aus zu verbreiten und namentlich auch zu ermitteln, in welcher Form der Phosphor darin enthalten ist. Ein besonderes Interesse haben diese Stoffe in jüngster Zeit dadurch gewonnen, dass L. Radlkofer selbe in Folge eingehender Untersuchungen als wirklich krystallisirbar angesprochen hat und dadurch einen weiteren Beweis für die Möglichkeit der Krystallisation eiweissartiger Körper beigebracht zu haben glaubt, wobei er sich ausserdem auf die von ihm gemachte Beobachtung krystallisirter eiweissartiger Substanzen in den Zellkernen von *Lathraea Squamaria* und anderer Pflanzen (Phytokrystallin) stützt. Doch darf nicht verschwiegen werden, dass sich Radlkofer bezüglich der Annahme wirklicher Krystallnatur des Ichthins mit de Sénarmont im Widerspruch befindet und sich die Annahme Radlkofer's, dass die fraglichen Gebilde eiweissartiger Natur seien, nur auf mikrochemische Reactionen gründet.

Literatur: Valenciennes et Frémy: Compt. rend. XXXVIII, p. 469, 525, 570. Auch in: Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. XXV, 321, 415. XXVI, 5. — L. Radlkofer: Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanzl. u. thierisch. Ursprungs. Leipzig 1859.

9) Peptone, Parapeptone und Metapeptone.

Mit diesen Namen bezeichnet man die Umwandlungsproducte der Albuminate bei der Magenverdauung.

Peptone u. Parapeptone.

Die Peptone sind weisse, amorphe, geruchlose Körper, löslich in Wasser und unlöslich in Alkohol; ihre wässerigen Lösungen röthen Lackmus, und sie verhalten sich überhaupt wie schwache Säuren, indem sie sich leicht mit Salzbasen zu meist in Wasser löslichen Salzen vereinigen. Ihre Lösungen sind in der Hitze nicht coagulirbar und werden auch durch Säuren nicht gefällt, wohl aber durch Quecksilberchlorid, mit Ammoniak versetztes essigsaures Bleioxyd und durch Gerbsäure. Alle anderen Metallsalze erzeugen keine Niederschläge. Blutlaugensalz erzeugt in der mit Essigsäure angesäuerten Lösung nur eine Trübung. Das Millon'sche Reagens ist ohne Einwirkung.

Die Peptone zeigen starke linksseitige Circumpolarisation, die durch Erhitzen ihrer neutralen wässerigen Lösungen nicht geändert wird (Hoppe-Seyler).

Die Zusammensetzung der Peptone ist noch nicht festgestellt, doch ist so viel ermittelt, dass sie schwefelhaltig und keineswegs alle identisch sind, indem sie, aus den verschiedenen Albuminaten dargestellt, einige Unterschiede in ihrem Verhalten zeigen.

Die Parapeptone entstehen neben den Peptonen bei der Einwirkung von Magensaft auf Albuminate und werden von letzteren dadurch getrennt und unterschieden, dass sie aus den mit Salzsäure angesäuerten Lösungen durch einen geringen Zusatz von Alkali (so, dass die Lösungen noch sauer bleiben) präcipitirt werden, während dabei die Peptone in Lösung bleiben.

Die Parapeptone sind an und für sich in Wasser unlöslich, gehen aber mit Säuren, Alkalien und alkalischen Erden leicht lösliche Verbindungen ein; aus diesen Lösungen werden sie nicht durch Alkohol, wohl aber durch ein Gemisch von Alkohol und Aether in weissen Flocken gefällt. Die opalisirenden sauren Lösungen

werden durch Zusatz von mehr Säure stark getrübt, im Ueberschuss der Säure aber wieder klarer. Auch Alkalisalze bewirken Trübungen. Gegen das Millon'-sche Reagens verhalten sie sich wie die Albuminate, ebenso werden die Parapeptone aus essigsaurer Lösung durch Blutlaugensalz vollständig gefällt. Daraus, sowie aus ihrem Verhalten gegen Metallsalze, durch welche sie meist gefällt werden, geht hervor, dass sie in ihrem chemischen Charakter den Albuminaten näher stehen, wie die Peptone. Doch gelingt es nach den Versuchen von Meissner, der die Parapeptone zuerst als von den Peptonen Lehmann's verschiedene Substanzen erkannt hat, nicht, durch Magensaft Parapeptone in Peptone umzuwandeln, wohl aber soll dieses nach demselben Physiologen durch pankreatischen Saft geschehen.

Metapeptone nennt Meissner durch die Verdauung von Albuminaten (namentlich Casein) entstehende Materien, welche in reinem Wasser schwerer löslich sind wie die Peptone, und beim Ansäuern der Lösung bis zu einem Gehalt von 0,1 Proc. der Säure flockig ausfallen, sich aber im Ueberschuss der verdünnten Säure leicht wieder lösen, aber durch concentrirte Mineralsäuren bei vorsichtigem Zusatz ebenfalls gefällt werden.

Es ist bemerkenswerth, dass activer Sauerstoff (Ozon) Albuminate in Substanzen verwandelt, die mit den Peptonen in beinahe allen Punkten übereinstimmen.

Bedeutung dieser Körper.

So lange wir die Zusammensetzung der Peptone und Parapeptone nicht kennen, muss eine Hauptfrage, nämlich die, durch welchen chemischen Vorgang sie unter der Einwirkung des Magensaftes aus den Albuminaten entstehen, unerledigt bleiben. Diese mangelhafte Kenntniss dieser Körper hindert uns überhaupt an allen weiter greifenden Erörterungen, allein aus dem, was wir darüber wissen, ergiebt sich doch schon eine hohe Bedeutung der Parapeptone und Peptone für die Theorie der Verdauung und es erscheint jedenfalls bemerkenswerth, dass bei der Verdauung die Albuminate allmählich alle Bedingungen der Fällbarkeit unter den im Organismus gegebenen Bedingungen verlieren.

Literatur: Lehmann: Handb. der phys. Chemie. 188. 2te Aufl. — Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. VII, 1—26; VIII, 280. — W. Marcet: Chem. Soc. quarterly Journ. XV, 256. — L. Corvisart: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXXV, 126. — Hoppe-Seyler: Chem. Centralbl. 1864. S. 791.

10) Ptyalin und Pepsin.

Sind zwei noch keineswegs genügend gekannte Stoffe, die zu den Albuminaten jedenfalls in Beziehung stehen. So wie man sie bisher erhalten hat, sind es aber Gemenge.

Ptyalin

Unter dem Namen Ptyalin hat man in der Physiologie vorzugsweise jenen Bestandtheil des Speichels verstanden, der die Fähigkeit dieses letztgenannten Secretes, Stärke in Zucker zu verwandeln, bedingt. Allein dieser Stoff ist noch nicht isolirt und die nach verschiedenen Methoden dargestellten sich sehr verschieden verhaltenden Stoffe, die man alle Ptyalin genannt hat, besitzen diese Eigenschaft, Stärke in Zucker

zu verwandeln, durchaus nicht. Wir werden weiter unten beim Speichel auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Pepsin. Das Pepsin dagegen ist wirklich derjenige organische Bestandtheil des Magensaftes, welchem letzterer seine verdauende Kraft und vor Allem die Fähigkeit verdankt, Albuminate aufzulösen und in nicht coagulirbare Peptone und Parapeptone zu verwandeln.

Am reinsten wurde das Pepsin, wie es scheint, bisher von Brücke erhalten, der zu seiner Reindarstellung und namentlich zu seiner Trennung von den im Magen stets vorhandenen Peptonen die Eigenschaft des Pepsins benutzte, bei Fällungen sehr leicht mitgerissen zu werden. Wir werden weiter unten, unter „Magensaft", auf die verschiedenen Darstellungsversuche des Pepsins zurückkommen und beschränken uns hier darauf, die Reactionen des Brücke'schen Pepsins anzuführen:

Grauweisse amorphe hygroskopische Substanz, stickstoffhaltig, in Wasser ziemlich schwierig löslich, leicht in verdünnten Säuren. Die concentrirten reinen Lösungen des Pepsins sind klar, wirken nach dem Ansäuern äusserst energisch verdauend, nehmen nach dem Kochen mit Salpetersäure auf Ammoniakzusatz eine nur schwach gelbliche Färbung an und werden weder durch Hitze, noch durch Quecksilberchlorid, Jod, Tannin und Salpetersäure gefällt. Nur Platinchlorid und essigsaures neutrales und basisches Bleioxyd bewirken Fällungen. Das von früheren Physiologen dargestellte, noch sehr mit Albuminaten und Peptonen verunreinigte Pepsin wurde durch Sublimat und Gerbsäure gefällt. Das in den Handel kommende französische Pepsin ist ein von Milchsäure saures Gemisch von Peptonen, Pepsin und Stärkemehl. Häufig aber ist das Pepsin des Handels, namentlich das deutsche, nur abgeschabter und getrockneter Magenschleim.

Brücke und von Wittich nehmen an, dass Pepsin auch in dem Muskelsaft enthalten sei, auch im Harn will es Brücke nachgewiesen haben.

Bezüglich der Literatur verweisen wir auf den Magensaft.

Fette, Seifen und freie Fettsäuren.

A. Fette.

Allgemeiner Charakter. Allgemeiner Charakter: Die Fette sind fest (Talgarten), halbfest und salbenartig (Butter- und Schmalzarten), oder flüssig (Oele). Alle festen sind sehr leicht schmelzbar und werden schon unter 100° C. zu Oelen, d. h. flüssig. Im flüssigen Zustande durchdringen die Fette Papiere und Zeuge und machen dieselben durchscheinend (Fettflecken). In ganz reinem und frischem Zustande sind die Fette geruch- und geschmacklos. In Folge ihres Ranzigwerdens sind sie aber meist gelb gefärbt und haben dann eigenthümlichen Geruch und Geschmack. Alle Fette sind leichter wie Wasser und darin vollkommen unlöslich. Hält das Wasser Stoffe aufgelöst, die, wie Albumin, Casein u. s. w., den Lösungen eine schleimige Beschaffenheit und eine grössere Dichtigkeit ertheilen, so bleiben darin enthaltene Fette in Gestalt mikroskopischer Tröpfchen (Fetttröpfchen, Fettkugeln) suspendirt und die Flüssigkeiten erscheinen dann milchig, trübe. Einige Fette sind in Alko-

hol, alle aber in Aether löslich. Sie sind nichtflüchtig, fangen bei 300° C. unter Zersetzung zu kochen an und geben bei der trockenen Destillation neben anderen Producten Acrolein. Sie sind alle brennbar. Ihrer chemischen Constitution nach sind die Fette Glyceride, d. h. zusammengesetzte Aether des dreiatomigen Alkohols Glycerin und der eigentlichen Fettsäuren. Alle natürlich vorkommenden Fette sind Gemenge von Glyceriden mehrerer fetten Säuren, vor Allem der Stearinsäure, Palmitinsäure und der Oelsäure.

Bei der Behandlung mit Alkalien werden sie verseift, d. h. die Alkalien verbinden sich mit den fetten Säuren zu Salzen: Seifen, und es wird unter Wasseraufnahme gebildetes Glycerin abgeschieden. Der Vorgang ist demnach analog der Umsetzung des Essigsäure-Aethyläthers, durch Kali in essigsaures Kali und Alkohol. Vergl. Bd. II.

An der Luft erleiden die Fette allmählich eine Veränderung, die man Ranzigwerden nennt. Der Vorgang des Ranzigwerdens ist noch nicht genügend aufgeklärt, man weiss nur, dass dabei einerseits die Fettsäuren in Freiheit gesetzt werden, während anderseits Glycerin auftritt, welches aber selbst, sowie auch die Fettsäuren, weiter zersetzt wird. Letztere verwandeln sich dabei in die flüchtigen Säuren der Reihe $C_n H_n O_4$. Daraus geht hervor, dass dabei der Sauerstoff eine Rolle spielt, es ist aber nicht entschieden, ob die Beschleunigung des Ranzigwerdens der Fette, welche Albuminate, Schleim und ähnliche Stoffe hervorrufen, auf eine sauerstoffübertragende Thätigkeit dieser Stoffe, oder auf eigentliche Fermentwirkung zurückzuführen ist.

Von Ozon werden die Fette an und für sich nicht angegriffen, bei Gegenwart von Alkalien aber werden sie durch dieses Agens rasch verseift, wobei das Glycerin in Propionsäure und Ameisensäure verwandelt wird. Auch Acrolein und Acrylsäure scheinen vorübergehend dabei aufzutreten (Gorup-Besanez).

Eine physiologisch sehr wichtige Veränderung erleiden die Fette durch einen im Safte der Bauchspeicheldrüse enthaltenen eiweissartigen Fermentkörper. Derselbe hat nämlich die Eigenschaft, die Fette in freie Fettsäuren und Glycerin zu zerlegen (Cl. Bérnard).

Die im Thierkörper mit Bestimmtheit nachgewiesenen Glyceride sind folgende:

Tristearin (Tristearinsäure-Glycerid) $\left.\begin{matrix}(C_{36} H_{35} O_2)_3 \\ C_6 H_5\end{matrix}\right\} O_6$.

Tristearin. Bestandtheil aller thierischen Fette, vorwiegend aber in den festen talgartigen Fetten (Hammelstalg, Rindstalg). Die Menge des Stearins in den Fetten steht im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer leichten Schmelzbarkeit.

Tripalmitin (Tripalmitinsäure-Glycerid) $\left.\begin{matrix}(C_{32} H_{31} O_2)_3 \\ C_6 H_5\end{matrix}\right\} O_6$.

Tripalmitin. Ebenfalls Bestandtheil aller thierischen Fette, vorwiegend in den Fetten mittlerer Consistenz, wie im Schweine-, Menschen- und Butterfett.

Triolein (Trioleinsäure-Glycerid) $\left.\begin{matrix}(C_{36} H_{33} O_2)_3 \\ C_6 H_5\end{matrix}\right\} O_6$.

Triolein. In allen thierischen Fetten, vorwiegend aber in den flüssigen enthalten, demnach in den in den verschiedenen thierischen Säften suspendirten Fettkügelchen, in den Nerven, im Gehirn und zahlreichen pathologischen Neubildungen.

Serolin. Das unter dem Namen Serolin beschriebene und hauptsächlich im Blutserum vorkommende krystallisirbare Fett ist ein Gemenge.

Weitere im Thierkörper vorkommende Glyceride, die aber zum Theil noch nicht in exacter Weise nachgewiesen sind, wären:

Trimyristinsäure-, Tricapronsäure-, Tricaprinsäure-, Tricaprylsäure- und Tributtersäure-Glycerid (Myristin, Capronin, Caprinin, Caprylin, Butyrin) und das Glycerid der Hyänasäure (im Inhalte der Analdrüsentaschen von *Hyaena striata* (Carius).

Vorkommen. Fette finden sich in allen Geweben und Organen und in allen Flüssigkeiten des Thierkörpers, vielleicht mit alleiniger Ausnahme des normalen Harns, doch dürfte selbst dieser Fett wenigstens spurenweise enthalten. An einzelnen Stellen des Körpers sind die Fette in grösserer Menge angehäuft und ebenso sind auch gewisse Flüssigkeiten durch Fettreichthum ausgezeichnet.

Vorkommen.

Mengenverhältnisse. Die Gesammtmenge des Fettes im menschlichen Körper unter normalen Verhältnissen schlug Burdach für ein Gewicht von 80 Kilogr. auf 4 Kilogr. an, demnach auf etwa 5 Procent. Moleschott dagegen berechnet die Menge des Fettes für einen 30jährigen Mann von einem Körpergewicht von 63,65 Kilogr. (durchschnittliches Gewicht nach Quetelet) zu 1566 Grammes, demnach zu 2,5 Proc. des ganzen Körpergewichts. Die Vertheilung des Fettes in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten und Geweben macht nachstehende Tabelle übersichtlich, in der natürlich die Zahlen, wie in allen ähnlichen Fällen, nur ungefähre Werthe repräsentiren:

Mengenverhältnisse.

	Fett	
Schweiss	0,001	Procent
Glaskörper des Auges	0,002	"
Speichel	0,02	"
Lymphe	0,05	"
Synovia	0,06	"
Fruchtwasser	0,06	"
Chylus	0,2	"
Schleim	0,3	"
Blut	0,4	"
Knorpel	1,3	"
Knochen	1,4	"
Galle (des Menschen)	1,4	"
Krystalllinse	2,0	"
Leber (des Menschen)	2,4	"
Muskeln (des Menschen)	3,3	"
Haare	4,2	"
Milch	4,3	"
Hirnrinde	5,5	"
Gehirn als Ganzes	8,0	"
Hühnerei	11,6	"
Hirnmark	20,0	"
Nerven	22,1	"
Rückenmark	23,6	"
Fettgewebe	82,7	"
Knochenmark	96,0	"

Besonders massenhaft treten die Fette als Zelleninhalt im Fettgewebe, unter der Haut, in der Augenhöhle, um das Herz, in den Nieren und um dieselben auf.

Zustände im Organismus.

Zustände des Fettes im Organismus. In eigene Zellen eingeschlossen findet sich das Fett in dem Fettgewebe der Histologen: grossen rundlichen 0,0149 bis 0,04''' messenden Zellen mit Kernen von 0,003 bis 0,004''', deren dünne Hülle einen einzigen Fetttropfen dicht zu umschliessen pflegt. Die Fettzellen liegen meistens in grösseren Gruppen beisammen und kommen in bindegewebigen Theilen von losem Gefüge, dem sogenannten formlosen Bindegewebe, vor. Der Inhalt dieser Fettzellen besteht aus Gemengen flüssiger und fester Glyceride, welcher bei der Temperatur des lebenden Körpers stets flüssig und ölartig erscheint. Das Sinken der Körperwärme nach dem Tode macht jedoch bei warmblutigen Wirbelthieren einen an festen Fetten überwiegend reichen Zelleninhalt nicht selten erstarren. Die Fettzellen verlieren dadurch ihre runden, prallen, zierlichen Gestalten und werden rauh und höckerig. Zuweilen findet sich ein Theil der Fette des Zelleninhalts dicht an der Oberfläche der Zelle krystallinisch abgeschieden, meist in feinen, sternförmig gruppirten Nadeln, unter Umständen ist wohl auch der ganze Zelleninhalt krystallinisch erstarrt. Alkohol und Aether zieht den Inhalt aus der unverletzten Hülle vollständig aus. In schlecht genährten, abgemagerten Leichen, ebenso auch in wassersüchtigen findet man Fettzellen, die nur zum Theil mit Fett, zum anderen Theile aber mit einer serösen Flüssigkeit erfüllt sind. Das Verhalten der Zellenmembran lässt sie der Substanz des elastischen Gewebes verwandt erscheinen.

Das Fettgewebe findet sich zunächst im subcutanen Bindegewebe, dem sogenannten Panniculus adiposus, jedoch nach den einzelnen Körperstellen in wechselnder Menge. Besonders reichlich tritt es auf in der Augenhöhle, unter der Haut der Fusssohle, am Gesässe, in den weiblichen Brüsten, zwischen den Muskelbündeln des Herzens, in den gewisse Sehnen umhüllenden und zuweilen in die Gelenke hereinragenden Fettsäckchen (Havers'sche Drüsen), zwischen den Blättern des grossen Netzes und in der Umgebung der Nieren. Die Massenhaftigkeit dieser Fettzellenanhäufungen ist jedoch bedeutenden Schwankungen unterworfen. So ist sie bei Frauen und Kindern durchschnittlich bedeutender als bei Männern, in den mittleren Jahren bedeutender, wie im Greisenalter. Anhaltendes Hungern, Ernährungsstörungen in Folge von Krankheiten haben rasches Schwinden des Fettes zur Folge, welches aber ebenso rasch nach Aufhebung der sein Verschwinden bedingenden Ursache wieder erscheint. Der Umstand, dass man in sehr abgemagerten Leichen den fettigen Inhalt zwar verschwunden, die Zelle dagegen conservirt findet, spricht dafür, die letztere als ein bleibenderes Gebilde aufzufassen, worauf auch die embryonalen Zustände des Gewebes deuten.

Bei höheren Graden der Fettleibigkeit, bei gemästeten Thieren finden sich Fettzellen auch an Stellen, wo sie sonst nicht vorkommen, so z. B. in dem weichen Bindegewebe zwischen den gestreiften Muskeln. Aehnliches beobachtet man auch wohl in längere Zeit nicht gebrauchten Muskelparthieen. Zuweilen wird auch wohl fettreiches Zellgewebe neu

gebildet, wie in den Fettgeschwülsten oder Lipomen. Wie bereits weiter oben S. 49 erwähnt wurde, besteht das Fett des Thierkörpers vorzugsweise aus Tristearin, Tripalmitin und Triolein. Letzteres, bekanntlich ein flüssiges Glycerid, hält die beiden anderen an und für sich festen in Lösung. Von dem Vorwiegen des ersteren oder der letzteren ist aber auch die Consistenz des Fettes und das leichtere oder schwierigere Erstarren desselben nach dem Tode abhängig. Das Fettgewebe der Menschen, der fleischfressenden Thiere und der Dickhäuter enthält vorwiegend Palmitin und erscheint nach dem Erstarren von salbenartiger Consistenz, während es bei Wiederkäuern und Nagethieren mehr Stearin enthält und daher nach dem Erstarren die Consistenz zeigt, die man talgartig nennt. Das Fettgewebe der Fische und Cetaceen enthält aber ein überwiegend Olein enthaltendes Fett, was bei ihrem Aufenthalte im Wasser nöthig erscheint. Auch in der Milch ist das Fett in eigene Hüllen eingeschlossen und zwar in Gestalt der Milchkügelchen, die aus einer caseinartigen ausserordentlich zarten Hülle und aus einem Fettinhalte zu bestehen scheinen; Aehnliches gilt, wenigstens zum Theil, vom Eidotter und von der Leber und Milz, in deren eigenthümlichen Zellen ebenfalls Fett eingeschlossen ist. In Gestalt freier Fetttropfen suspendirt ist ein Theil des Fettes in der Lymphe, im Chylus und im Blute, in welch letzterem freies suspendirtes Fett in grösserer Menge namentlich kurz nach dem Genusse fettreicher Nahrung, zu beobachten ist.

Nach Gewebsentzündungen der Leber und der Milz häuft sich endlich Fett, theils ausserhalb der Zellen dieser Organe, theils innerhalb derselben oft in sehr grossen Mengen an und giebt zur fettigen Degeneration dieser Organe Veranlassung.

Nach Allem, was wir über die Eigenschaften der Fette, worunter wir ausschliesslich die sogenannten Neutralfette verstehen und über die Zustände derselben im Thierkörper angeführt haben, bedarf es wohl kaum einer besonderen Betonung, dass das thierische Fett, so lange es wirklich Fett und nicht in eine Seife verwandelt ist, nur zum geringsten Theile gelöst vorkommen kann, da ja Fette in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten nicht löslich sind. Entweder ist es in kleinen Tröpfchen suspendirt oder es ist in Zellen eingeschlossen. Ein kleiner Theil desselben kann durch die vorhandenen Seifen gelöst sein.

Abstammung.

Abstammung. Die Fette werden dem Thierkörper zum grossen Theile schon fertig gebildet durch die Nahrung zugeführt; dass aber das in der letzteren dem Organismus zugeführte Fett nicht immer hinreicht, um den Fettansatz des Körpers zu decken, somit nothwendiger Weise ein Theil desselben im Organismus selbst erst erzeugt werden muss, haben wir nicht nur S. 39 erwähnt, sondern auch hinzugefügt, dass man gegenwärtig als Quelle für das im Organismus gebildete Fett einerseits die Kohlehydrate, d. h. Zucker und Stärkemehl der Nahrung, anderseits die Albuminate betrachtet. Vor Allem müssen wir aber betonen, dass mit der Erledigung der Hauptfrage auf statistischem Wege:

mit dem Nachweise, dass unter gewissen Bedingungen die Fettzunahme des Thierkörpers durch das mit der Nahrung zugeführte Fett nicht gedeckt wird, sich von selbst weitere Fragen ergeben mussten, nämlich, aus welchen Materien wird in solchen Fällen das Fett im Thierkörper erzeugt, was ist der dabei stattfindende Vorgang und wo geschieht diese Umwandlung. Alle diese Fragen aber harren noch ihrer definitiven Lösung und es sind nur durch Induction erschlossene Wahrscheinlichkeitsgründe, die für die am meisten vertretenen Ansichten sprechen, keineswegs aber directe experimentelle Beweise.

Für die Fettbildung aus Kohlehydraten macht man insbesondere nachstehende Gründe geltend:

Gründe für die Fettbildung aus Kohlehydraten.

1) Statistische Versuche, aus denen sich ergiebt, dass bei Pflanzenfressern der Gehalt der Nahrung an fertig gebildetem Fett nicht hinreicht, um einerseits die Fettproduction des Thieres und anderseits den Verlust an Fett in den Secretionen und Excretionen zu decken.

2) Versuche von Persoz und Boussingault an Schweinen, Enten und Kühen angestellt, die es wahrscheinlich machen, dass der aus dem Stärkemehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln u. s. w. entstehende Zucker, bei ausreichendem stickstoffhaltigen Material für die Zellenbildung, in dem Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird.

3) Statistische Versuche an Schweinen von Lawes und Gilbert, aus welchen gefolgert werden muss, dass die Fettproduction bei der Mästung dieser Thiere sich aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Nahrung allein nicht ableiten lässt, indem die letzteren dazu nicht ausreichen.

4) Die Erfahrung, dass die fettarmen Carnivoren Fett ansetzen, wenn sie mit Kohlehydraten gemischte Nahrung erhalten.

5) Die die Fettbildung begünstigende Wirkung stärkemehlreicher Nahrung, des dextrinhaltigen Bieres u. s. w.

6) Die von Huber und Gundlach beobachtete Thatsache, dass Bienen, welche mit Zucker ausschliesslich gefüttert werden, Wachs zu produciren fortfahren, bekanntlich eine Substanz, die durch ihre chemische Constitution und ihre Eigenschaften den Fetten sehr nahe steht.

7) Die gesteigerte Fettproduction bei einem Missverhältniss der Lungencapacität und des Ernährungsprocesses, demnach als nächste Bedingung der Mangel an Sauerstoff, der die verbrennlichen Elemente der Respirationsmittel nicht bis zu den Endproducten zu verbrennen hinreicht.

8) Das Auftreten von Glycerin, demnach einem Componenten der Fette bei der geistigen Gährung des Rohrzuckers neben Alkohol, Kohlensäure und Bernsteinsäure (Pasteur).

So gewichtig nun diese Gründe für die Möglichkeit, ja für die Wahrscheinlichkeit einer Bildung der Fette aus Kohlehydraten sprechen, so fehlt doch immer noch ein stricter zwingender Beweis für die thatsächlich erfolgende Fettbildung aus Kohlehydraten, denn weder ist ein solcher

für diesen Vorgang im lebenden Organismus geliefert, noch ist es bisher gelungen, Kohlehydrate ausserhalb des Organismus künstlich in Fett überzuführen. Streng genommen liefern alle diese Thatsachen nur den Beweis, dass der Körper nicht all sein Fett bereits fertig gebildet erhält und machen eine Bildung eines Theiles desselben aus Kohlehydraten wahrscheinlich. Sie beweisen aber keineswegs, dass es ausschliesslich nur aus Kohlehydraten erzeugt wird, insofern es der Körper nicht schon in seiner Nahrung fertig gebildet erhält.

Der Uebergang der Kohlehydrate in Fett setzt den Austritt von Sauerstoff aus dem Molekül der Kohlehydrate voraus. Die Kohlehydrate enthalten nämlich Wasserstoff und Sauerstoff zu gleichen Aequivalenten, die Fette dagegen enthalten weit weniger Sauerstoff. Liebig, der zuerst auf die Bedeutung der Kohlehydrate als Fettbildner hinwies, betrachtet die Fettbildung aus Kohlehydraten als das Product zweier Processe, welche gleichzeitig vor sich gehen; der eine ist eine unvollkommene Oxydation, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ein Spaltungs- oder Gährungsprocess, durch welchen eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich von den Elementen des Zuckers trennt. Die Fettbildung aus Kohlehydraten wäre demgemäss ein Reductionsprocess, wie er bei der Pflanzenernährung Regel, bei der Stoffmetamorphose im Thier aber Ausnahme ist.

Für eine mögliche Bildung von Fett aus Albuminaten sprechen:

Gründe für die Bildung von Fett aus Albuminaten.

1) Die Bildung von Fettwachs (Adipocire) in Leichen, welches nach den Untersuchungen von Wetherill hauptsächlich Palmitinsäure enthält und zu 94 bis 97 Proc. aus festen fetten Säuren überhaupt besteht. Indem dieses Leichenwachs in den Leichen die Stelle aller früheren Weichtheile einnimmt und nicht selten auch noch die Form der früheren Gewebstheile zeigt, wird es mindestens wahrscheinlich, dass es seinen Ursprung einer Umwandlung der früheren Gewebe, namentlich der Muskeln, verdankt und sich sonach Albuminate wirklich in Fett verwandeln können (Quain, Virchow); doch ist auch die Ansicht, dass das Leichenwachs nur rückständiges und verändertes Fett sei, nicht ohne Vertretung (Wetherill).

2) Die fettige Degeneration ganzer Organe, wobei eine Zufuhr des Fettes von aussen unwahrscheinlich ist. Strict beweist aber diese Degeneration doch wohl nur gesteigerte Fettbildung und Schwinden des ursprünglichen Gewebes, nicht aber eine Umwandlung des letzteren in Fett.

3) Die Degeneration lange Zeit unthätiger oder gelähmter Muskeln, wodurch dieselben reicher an Fett und ärmer an Muskelfibrillen werden. Die Beweiskraft dieses Factums ist nicht schlagender wie die des obigen.

4) Versuche an Thieren angestellt, denen zufolge in die Bauchhöhle lebender Thiere gebrachte Albuminate nach längerer Zeit daselbst eingeschrumpft und in Fett verwandelt gefunden wurden (R. Wagner, Husson, Schrader u. A.). Allein später hat man gefunden, dass wenn

die Albuminate (Eiweiss, Krystalllinsen u. dergl.) in vollkommen schliessende Collodium- oder Kautschukkapseln eingeschlossen wurden, sie unverändert blieben und dass auch Stücke Holz, Hollundermark u. dergl., wenn man sie frei in die Bauchhöhle brachte, von Fettkapseln allmählich umgeben wurden und sich Fett auch in die Zellen und Intercellularräume abgelagert hatte (Burdach). Demnach können auch diese Versuche die Frage nicht definitiv entscheiden.

5) Die absolute Vermehrung des Fettgehaltes des Herzens bei fettiger Degeneration desselben neben bedeutender allgemeiner Abmagerung (Böttcher). Gegen den unbedingten Werth dieser Beobachtung können dieselben Einwände erhoben werden, wie bei der fettigen Degeneration überhaupt und zwar gewinnen diese Einwände an Gewicht durch die Beobachtung von H. Weber, der bei fettiger Entartung des Herzens den Fettgehalt desselben nicht vermehrt fand und geneigt ist, die sogenannte fettige Entartung nicht auf eine wirkliche Fettumwandlung der Muskelfaser oder auf eine vermehrte Fettablagerung, sondern auf eine Rarefaction der Muskelsubstanz zurückzuführen.

6) Einige von F. W. Burdach angestellte statistische Versuche, die ergaben, dass der Fettgehalt der Eier von Limnaeus stagnalis während ihrer Entwickelung zu-, der Gehalt an Albuminaten dagegen abnimmt. Leider wurden nur zwei Versuche angestellt, wodurch die Beweiskraft derselben sehr geschwächt wird. Es dürften aber auf diesem Wege noch die sichersten Anhaltspunkte gewonnen werden.

7) Beobachtungen von Blondeau über das Reifen des Roquefort-Käses, aus welchen sich ergiebt, dass der chemische Vorgang dabei durch eine fortwährende bedeutende Vermehrung des Fetts und Verminderung des Caseins charakterisirt ist. Das Resultat halten wir für ein sehr gewichtiges.

8) Die Thatsache, dass Kühe bei einem an Albuminaten reichen Futter fettreichere Milch geben, womit die von Ssubotin und Kemmerich an Hunden gemachte Beobachtung übereinstimmt, wonach Fleischnahrung den Buttergehalt der Milch erhöht, während Nahrung mit Fett oder mit Kohlehydraten die Milchsecretion sehr herabsetzt.

9) An Hunden angestellte Ernährungsversuche von Bischoff und Voit, Voit und Pettenkofer, welche ergaben, dass bei Fütterung mit Fleisch sämmtlicher Stickstoff desselben in Harn und Koth erschien, während vom Kohlenstoff beträchtliche Mengen in Respiration und Perspiration nicht zum Vorschein kamen, sondern im Körperzurückblieben.

Sind auch diese Gründe für die Fettbildung aus Albuminaten nicht strict beweisend, so sind sie doch nicht ohne Gewicht und es ist keine einzige Thatsache bekannt, welche die Möglichkeit ausschlösse, dass ein Theil des Fetts aus Albuminaten und ihren Derivaten in einer gewissen Periode ihrer Umsetzung gebildet werden könnte. Ernährungsversuche mit Stoffen, die einen Ueberschuss an Albuminaten und solchen, die einen Ueberschuss an Kohlehydraten enthielten, haben das Resultat

geliefert, dass in beiden Fällen eine Zunahme an Fett stattfinden kann. Wenn man sich vom Fleisch allen Stickstoff als Harnstoff abgetrennt denkt, so bleibt eine Gruppe von Elementen zurück, welche der Zusammensetzung der Fette schon sehr nahe steht und lässt man von dieser Gruppe etwa $4^1/_2$ Proc. Kohlenstoff mit dem dazu erforderlichen Sauerstoff als Kohlensäure austreten, so bleibt ein Körper von der Zusammensetzung der Fette zurück (Pettenkofer und Voit). Auch die Albuminate liefern endlich bei mannigfachen Umsetzungen und bei der Fäulniss neben anderen Producten auch solche, welche man auf die Fette zurückführen kann, nämlich flüchtige Fettsäuren (Buttersäure, Baldriansäure etc.); ja es ist endlich sogar nicht unwahrscheinlich, dass sie den stickstofffreien Stoff als sogenannte Paarlinge enthalten. Die Albuminate kann man sich endlich an der Fettbildung auch insofern betheiligt denken, als sie bei dem Uebergange der Kohlehydrate in Fett gewissermaassen die Rolle von Fermenten spielten, wie denn z. B. die Buttersäuregährung von Zucker durch in Fäulniss begriffene und daher selbst Buttersäure liefernde Albuminate eingeleitet wird (Liebig).

Wie aus Albuminaten Fett entsteht, ist übrigens gegenwärtig ebenso wenig zu entscheiden, wie das Wie und Wo der Bildung des Fettes im Organismus und es ist auch gegenwärtig noch gar nicht möglich, diese Fragen ernstlich in Angriff zu nehmen.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen der Fette im Organismus. Sowie die Albuminate, verlassen auch die Fette den Organismus nur zum geringsten Theile als solche, der bei weitem grösste Theil derselben erleidet im Organismus sehr tiefgreifende Umwandlungen, so zwar, dass wir in den Excreten selbst nur selten ihren näheren Derivaten begegnen. Als solches verlässt Fett den Körper nur insofern, als es Bestandtheil der Haare, der Epidermis und des Epitheliums, des Speichels, der Hautschmiere und anderer sich abschuppender Gebilde ist. Der oft, namentlich nach dem reichlichen Genusse fettreicher Nahrung bedeutende Fettgehalt der festen Excremente ist jedenfalls zum Theil auf Rechnung nicht assimilirten Fettes der Nahrung zu setzen, doch scheint der Fettgehalt der Excremente sich zu steigern, wenn mangelhafte Secretion der Galle stattfindet, oder der Zufluss derselben zum Darme verhindert oder aufgehoben ist. Der bei weitem grösste Theil der Fette wird aber, wie bereits bemerkt, sofern sie dem Stoffwechsel unterworfen sind, in andere Producte umgesetzt. Dies ist eine Thatsache, die durch zahlreiche physiologische und pathologische Verhältnisse zur Genüge constatirt ist. Es ist Jedermann bekannt, wie rasch das Fett in Folge von Krankheiten und beim Hungern verschwindet, ohne dass sich dieses verschwundene Fett als solches in den Ausscheidungen wiederfindet und ebenso bekannt ist es, dass alle jene Momente, welche den Gaswechsel in den Lungen und damit die Sauerstoffzufuhr steigern, wie z. B. viele Bewegung, das Fettwerden verhüten oder vermindern, während umgekehrt wenig Bewegung bei guter Nahrung Fettanhäufung veranlasst. Wir müssen daraus schliessen, dass

die Fette unter der Einwirkung des eingeathmeten Sauerstoffs oxydirt und ihre Oxydationsproducte aus dem Körper fortgeführt werden. Allein dagegen, dass die Fette im Organismus und zunächst im Blute, direct zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden, sprechen zahlreiche Gründe und es kann nicht bezweifelt werden, dass sie, bevor sie in diese Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose verwandelt sind, noch mancherlei intermediäre Umsetzungen erleiden, ja vielleicht noch zur Bildung anderer für die Lebensfunctionen unentbehrlicher Stoffe beitragen. Unter dieser Voraussetzung wird die sonst befremdend scheinende Thatsache erklärlich, dass Steigerung des Fettes in der Nahrung einen erhöhten Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebs- und Säftebestandtheile hervorruft und dass die Kohlehydrate trotz ihres geringeren Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts stärker auf die Herabsetzung des Stickstoffumsatzes wirken als die Fette, bei welchen neben einer herabsetzenden Wirkung auch eine steigernde stattfindet. Diess kann am leichtesten so erklärt werden, dass die Kohlehydrate im Blute sogleich verbrannt werden, während das Fett noch intermediäre Umsetzungen erfährt. Das Fett macht noch Arbeit im Körper, und deshalb vermehrt es auch noch den Umsatz, um diese Arbeitskraft frei werden zu lassen (Bischoff und Voit).

Muss man sonach aus allgemeinen Gründen eine nur allmähliche Oxydation der Fette im Stoffwechsel für mindestens wahrscheinlich halten, so befinden wir uns bei der Erörterung der Frage, welche Zwischenphasen der Oxydation sie erleiden, durchaus auf hypothetischem Boden. Wir begegnen allerdings im Thierkörper mehreren Stoffen, welche von den Fetten abgeleitet werden können, wie z. B. den sogenannten flüchtigen Fettsäuren, der Buttersäure, Propionsäure, Essigsäure, Ameisensäure, allein dieselben könnten möglicherweise auch bei und aus dem Zerfall der Albuminate entstehen, die, wie wir bereits gesehen haben, bei der Oxydation ausserhalb des Körpers solche Säuren neben anderen Producten in der That liefern. Wo im Thierkörper freie eigentliche Fettsäuren vorkommen, da kann ihr Ursprung nicht zweifelhaft sein, allein freie fette Säuren finden sich im Ganzen ziemlich sparsam.

Eine Veränderung der Fette im Organismus, welche so ziemlich allgemein angenommen wird, ist ihre Verseifung. Dieselbe soll im Blute und im Chylus vor sich gehen und es stützt sich diese Annahme auf die allerdings gewichtige Thatsache, dass im Blute und im Chylus sowie in einigen anderen thierischen Flüssigkeiten vorzugsweise verseifte Fette vorkommen und darauf, dass der Inhalt der mittleren und feineren Chylusgefässe weit mehr freies und weit weniger verseiftes Fett enthalten soll, wie der Milchbrustgang (Bidder und Schmidt), was man dadurch zu erklären versucht hat, dass in den Mesenterialdrüsen, in welchen der Chylus mit dem Blute in nähere Berührung kommt, ein Theil des freien Fettes vom Blutalkali verseift werde (Lehmann).

Es ist schwer zu sagen, was man sich bisher unter der Verseifung der Fette durch das Blutalkali und wie man sich dieselbe gedacht hat.

Alle bisherigen Erfahrungen sprechen wohl dafür, dass kohlensaure und basisch-phosphorsaure Alkalien im Blute vorkommen, aber nicht freie Alkalien und so sicher es ist, dass kohlensaure und basisch-phosphorsaure Alkalien für viele Zwecke die Stelle der kaustischen Alkalien vertreten können, so ist diess doch gerade beim Seifenbildungsprocesse nicht der Fall, denn kohlensaure Alkalien vermögen nicht die Verseifung der Fette zu bewirken, wenn man dabei neutrale Fette und nicht freie Fettsäuren im Auge hat. Erst in der neueren Zeit haben Untersuchungen über die Einwirkung des activen Sauerstoffs auf Fette und andere organische Substanzen bei Gegenwart von Alkali, sowie über das Verhalten des Pankreassecrets zu Fetten Anhaltspunkte zur Beurtheilung des dabei möglicherweise stattfindenden Vorganges gegeben. Wenn man nämlich Fette bei Gegenwart von Alkali mit activem Sauerstoff behandelt, so werden sie sehr rasch verseift, indem das Glycerin dabei vollständig zerstört wird. Die hierdurch in Freiheit gesetzten fetten Säuren verbinden sich sodann mit dem Alkali, bei Gegenwart von kohlensaurem Alkali unter Austreibung der Kohlensäure. Glycerin für sich ebensowohl wie Fette werden ohne Gegenwart von Alkali durch activen Sauerstoff nicht verändert, bei Gegenwart von Alkali wird das Glycerin sehr rasch in Propionsäure, Ameisensäure und wahrscheinlich Acrylsäure umgewandelt (Gorup-Besanez). Cl. Bérnard hat ferner gefunden, dass neutrale Fette unter der Einwirkung des Pankreassecretes (s. d.) in freie Fettsäuren und Glycerin zerlegt werden; insofern nun die so in Freiheit gesetzten Fettsäuren mit kohlensaurem Alkali in Wechselwirkung treten, muss sofort ihre Verseifung erfolgen, denn es ist bekannt, dass freie Fettsäuren die kohlensauren Alkalien zu zerlegen vermögen.

Welche weitere Veränderungen die Fette im Verlaufe der regressiven Stoffmetamorphose erleiden, ist vorläufig noch unbekannt. Möglicherweise würden die gebildeten Seifen durch Oxydation in die Salze der flüchtigen Fettsäuren umgewandelt, allein obgleich wir diesen flüchtigen Fettsäuren in der That im Organismus begegnen, so ist es doch, wie bereits oben angedeutet wurde, nicht zu entscheiden, ob dieselben von den Fetten oder von den Albuminaten stammen. Wenn man aus der Beobachtung, dass die Seifen, einmal durch die Einwirkung des activen Sauerstoffs auf Fette bei Gegenwart von Alkali gebildet, der weiteren Einwirkung desselben lange widerstehen, sich zu einem Schlusse berechtigt halten darf, so wäre es der, dass zur weiteren Verwandlung der Fette ausser der Gegenwart des Sauerstoffs noch weitere im Organismus liegende Bedingungen erforderlich sind.

Die Gründe, die man für eine Verwendung eines Theiles der Fette bei der Gallenbildung angeführt hat, werden wir weiter unten erörtern.

Insofern sie aber oxydirt werden, müssen als ihre Endproducte Kohlensäure und Wasser betrachtet werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Fette ist nach Allem, was wir über ihre Beziehungen im Organismus

wissen, eine ebenso hervorragende als mannigfaltige. Ihr mechanischer Nutzen besteht darin, dass sie an den Stellen, an welchen sie in besonders reichlicher Menge in Gestalt des sogenannten Fettzellgewebes angehäuft sind, als gegen traumatische Einflüsse von aussen wirksames Polster, als Druckvertheiler und als Ausfüllungsmasse wirken, für welchen mechanischen Nutzen auch ihre chemische Indifferenz von Bedeutung erscheint, indem es hierdurch möglich wird, dass sich grössere Massen von Fett im Organismus ohne Störung anderer chemischer Processe anhäufen können. Nicht minder wichtig ist die Rolle, welche sie als schlechte Wärmeleiter spielen; in Folge ihres geringen Wärmeleitungsvermögens wirken sie der Wärmeausstrahlung des Thierkörpers entgegen, wenn die Wärmeregulatoren der Haut (Schweissdrüsen, Horngewebe, glatte Hautmuskeln) nicht mehr hinreichen, die Ausgleichung der Temperaturdifferenzen zwischen dem thierischen Körper und der Aussenwelt zu verhindern; bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht besonders die Ablagerung von Fett im Unterhautzellgewebe und an der Fusssohle. Ebenso ist es sicher, dass sie vermöge ihrer Eigenschaften die Gewebe, welche sie, wie Epidermis und Haare, durchtränken, geschmeidig machen und erhalten.

Vom chemischen Standpunkte ist vor Allem ihr histogenetischer Charakter ins Auge zu fassen. So weit wir gegenwärtig noch davon entfernt sind, den Einfluss, welchen die Fette bei der Bildung der Gewebe ausüben, genau zu kennen, so sicher ist es, dass sie sich dabei in irgend einer Weise betheiligen. Denn überall, wo Zellenbildung, Bildung der Elementarorgane der Gewebe stattfindet, ist auch Fett zugegen. Es ist Thatsache, dass wir in allen zellenreichen Organen und in Entwickelung begriffenen Geweben reichlichere Mengen von Fett finden. Eiter, Zellenkrebse sind reich an Fett, ebenso der Chylus; der Eikeim ist von der fettreichen Dotterflüssigkeit umgeben, die Haarzwiebeln, in denen eine lebhafte Zellenbildung stattfindet, sind in Talgdrüsen gewissermaassen eingebettet; ob bei dieser Rolle als Gewebsbildner auch ihre Eigenschaft, wegen mangelnder Adhäsion an Wasser leicht Tropfen zu bilden und dadurch die Zellenbildung zu unterstützen, in Betracht kommt, ist eine Frage, die mit jener Theorie der Zellenbildung, vermöge deren die erste Anlage jeder Zelle dadurch geschehen soll, dass sich um ein Fetttröpfchen eine dünne Albuminatschicht ablagert, steht und fällt. Von histogenetischer Bedeutung erscheinen aber die Fette auch insofern, als die Substanz des Gehirns ebensowohl wie jene der Nerven ausserordentlich reich an Fetten und zwar an diesen Organen eigenthümlichen Fetten sind, die auch dann, wenn das Fett in Folge von Abmagerung aus allen übrigen Organen schwindet, hier keine Abnahme erleiden. Sie sind daher als eigentlich integrirende Bestandtheile dieser Gewebe zu betrachten und stehen zu ihrer Function in nächster, wenngleich noch dunkler Beziehung.

Wir haben bereits weiter oben erwähnt, wie es nicht unwahrschein-

lich sei, dass die Fette sich bei der Bildung der Galle betheiligen; näher auf diese übrigens noch hypothetische Bedeutung der Fette einzugehen, ist hier nicht wohl möglich, und dürfte erst dann überhaupt gerathen sein, wenn die Verhältnisse der Galle selbst zur Besprechung kommen. Da ferner die Fette in Seifen löslich sind, die Seifen sich aber bekanntlich in Wasser lösen und da Seifen im Thierkörper beinahe überall da vorkommen, wo ihre Gegenwart für die Lösung der Fette von Nutzen sein kann, so geben die Seifen ein Mittel ab, um den Durchtritt der Fette durch Membranen, die in Wasser getränkt sind, zu ermöglichen (Ludwig). Einen weiteren Fingerzeig für die physiologische Bedeutung der Fette vom chemischen Standpunkte giebt die Thatsache, dass bei Ernährungsstörungen, in Krankheiten, bei gesteigerter Arbeit und mangelhafter Nahrung, endlich beim Hungern das im Fettzellgewebe u. s. w. angehäufte Fett mehr oder weniger rasch verschwindet; dieses Fett ist bei Hungernden weder in den sparsamen Fäces noch im Urin nachweisbar, sein Kohlenstoff und Wasserstoff muss daher in Gestalt gasförmiger Verbindungen durch Haut und Lunge ausgetreten sein. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es endgültig Kohlensäure und Wasser sind, die bei der Oxydation der Fette entstehen und es kann daher das Verschwinden des Fettes nur auf eine Oxydation desselben durch den Respirationsprocess zurückgeführt werden. Für diese Anschauung sprechen mannigfache Gründe, vor Allem die Bedingungen der Fettanhäufung im Thierkörper, des Fettwerdens, welche alle auf ein Missverhältniss des in der Nahrung zugeführten Fettes und der Thätigkeit der Lungen hinweisen und die Thatsache, dass beim Hungern ein fettreiches Thier weniger Fleisch umsetzt, wie ein fleischreiches, offenbar deshalb, weil die grössere Menge Fett mehr Sauerstoff in Anspruch nimmt und daher die Wirkung des letzteren auf die Umsetzung des Fleisches geringer wird (Bischoff und Voit). Durch diese Beziehungen wird das Fett als Material des Stoffwechsels zu einem sogenannten Respirationsmittel und zugleich zu einem mächtigen Factor der thierischen Wärme. Denn bei der Zusammensetzung der Fette, derzufolge sie als sehr kohlen- und wasserstoffreiche, aber sauerstoffarme Substanzen erscheinen, ist es eine physikalische Nothwendigkeit, dass sie bei ihrer Oxydation eine reichliche Menge von Wärme frei machen müssen. In diesem Sinne hat im Körper angehäuftes Fett die Bedeutung von angesammeltem Brennmaterial.

Erkennung der Fette.

Erkennung des Fettes. Die Erkennung des Fettes da, wo es nicht in grösseren Massen angehäuft und daher dem unbewaffneten Auge schon sichtbar ist, kann nur durch das Mikroskop und chemische Versuche vermittelt werden. Unter dem Mikroskop erscheint das Fett in Gestalt von Fetttröpfchen, Fettbläschen oder Fettkügelchen und als Fettzelle, d. h. in eigenthümliche Zellen eingeschlossenes Fett. Die Fetttröpfchen sind platt, besitzen ein sehr grosses Lichtbrechungsvermögen, dunkle und zugleich ziemlich unregelmässige Contouren; die Fettbläschen dagegen sind vollkommen sphärisch und nicht auseinanderfliessend; die Fettzellen sind

rund oder rundlich, vollkommen glatt, zuweilen durch gegenseitigen Druck polyedrisch, besitzen eine ebene, glänzende, stark lichtbrechende Oberfläche, bei durchfallendem Lichte scharfe, dunkle Contouren und bei auffallendem silberglänzende Ränder und weissliche Mitte. Werden Fettzellen durch Druck von ihrem Inhalte zum Theil befreit, so wird ihre Oberfläche mehr oder weniger runzlich. Dadurch lassen sich auch Fetttropfen von Fettzellen unterscheiden.

Gute Abbildungen von Fetttropfen, krystallisirtem Fett und Fettbläschen finden sich in Robin et Verdeil: Atl. Pl. XLV, Fig. 2 — 5, u. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VI, Fig. 4. 5. Taf. XIII, Fig. 2, 4. Taf. XIV, Fig. 3.

Das oleinärmere consistentere Fett erscheint zuweilen auch in knolligen, wurstförmigen, nur schwach durchscheinenden, immer aber das Licht stark brechenden Klumpen. Ist man hier im Zweifel, ob man wirklich Fett vor sich hat, so behandle man das Object mit Aether, welcher diese Massen auflösen wird, wenn sie aus Fett bestanden.

Auf chemischem Wege weist man Fett dadurch nach, dass man die fragliche Substanz zur Trockne bringt, wo möglich pulvert und mit Aether erschöpft, welcher nach und nach alles Fett auflöst. Den ätherischen Auszug verdunste man und prüfe den Rückstand in Bezug auf die Producte der trocknen Destillation (Acrolein), auf Schmelzbarkeit u. s. w. Einen Theil kann man wieder in Aether lösen und einen Tropfen der Lösung auf einem Objectgläschen verdunsten lassen. Der Rückstand wird entweder die Krystallform des Tripalmitins, Tristearins, oder häufiger einfache Fetttropfen erkennen lassen, da die Gegenwart von Triolein die Krystallisationsfähigkeit der übrigen Fette beeinträchtigt.

B. Seifen.

Seifen.

Unter der Bezeichnung Seifen versteht man die Natron- und Kalisalze der Fettsäuren, welche bei der Verseifung der Fette durch kaustische Alkalien neben Glycerin und bei der Behandlung der freien Fettsäuren mit kaustischen oder kohlensauren Alkalien entstehen. Die für unsere Zwecke wichtigeren Eigenschaften der Seifen sind folgende: Dieselben sind nicht nur wie die Fette in Aether, sondern auch in Alkohol und Wasser löslich, damit schäumende Lösungen bildend. Durch viel Wasser werden sie in saure sich niederschlagende saure Salze und gelöst bleibendes freies Alkali zerlegt. Säuren fällen aus den Lösungen der Seifen die fetten Säuren. Bittererde- und Kalksalze scheiden unter Wechselzersetzung Kalk- und Bittererdeseifen als weisse Niederschläge aus.

Vorkommen.

Vorkommen. Die im Thierkörper bisher nachgewiesenen Seifen oder verseiften Fette enthalten natürlich dieselben fetten Säuren, wie die Fette, aus denen sie entstanden sind, und sind demnach:

Oelsaure Alkalien.

Oelsaure Alkalien. Im Blute, im Chylus, in der Lymphe und Galle nachgewiesen und wahrscheinlich auch im Eiter vorkommend. Ausserdem sollen sie in den Lungentuberkeln und in den Excrementen nach dem Gebrauche von Purganzen vorkommen.

Palmitinsaure Alkalien.

Palmitinsaure Alkalien. Von ihrem Vorkommen gilt dasselbe, nur erscheinen die palmitinsauren Alkalien über die ölsauren überwiegend. Da das palmitinsaure Natron in Wasser viel schwieriger löslich ist, wie das ölsaure, so scheint es, dass zur Lösung dieser Seifen die Fette selbst, freie Fettsäuren und vielleicht auch gewisse Salze beitragen.

Stearinsaure Alkalien.

Stearinsaure Alkalien. Wurden im Serum des Ochsenblutes nachgewiesen.

C. Freie Fettsäuren.

Freie Fettsäuren.

Wir sprechen hier nur von den eigentlichen Fettsäuren: der Palmitinsäure, Stearinsäure, Oelsäure u. s. w., nicht aber von den flüchtigen Säuren der Gruppe $(CH)_n O_4$, welche, als jedenfalls der regressiven Stoffmetamorphose angehörig, an einem anderen Orte besprochen werden.

Palmitinsäure.

Palmitinsäure: $C_{32}H_{32}O_4$. Weisse, büschelförmig vereinigte Nadeln, bei 62° C. schmelzend und beim Erkalten in Form zusammengehäufter krystallinischer Schuppen erstarrend. Unlöslich in Wasser und leichter wie dieses, löslich dagegen in Aether und in kochendem Alkohol. Die Lösungen reagiren sauer und treiben die Kohlensäure aus kohlensauren Alkalien aus. Bei vorsichtigem Erhitzen können kleine Quantitäten Palmitinsäure unzersetzt verflüchtigt werden.

Stearinsäure.

Stearinsäure: $C_{36}H_{36}O_4$. Aus heissem Alkohol krystallisirt sie in weissen Blättchen und Schüppchen. Schmilzt bei 69,2°C. und erstarrt beim Erkalten zu einer wachsartigen, krystallinischen Masse. Unlöslich in Wasser, leichter wie dieses, löslich in Aether und in kochendem Alkohol. Ihre Lösungen reagiren sauer und zersetzen die kohlensauren Alkalien. Ueber ihren Schmelzpunkt erhitzt, zersetzt sich die Stearinsäure in Palmitinsäure, Palmiton und einen öligen Kohlenwasserstoff. Kleine Mengen können aber bei Luftabschluss unzersetzt destillirt werden.

Oelsäure.

Oelsäure: $C_{36}H_{34}O_4$. Vollkommen rein dargestellt, farb-, geruch- und geschmackloses Oel von neutraler Reaction. Hatte die Luft schon darauf eingewirkt, so ist sie gelb, ranzig riechend und reagirt stark sauer. Unter + 4°C. erstarrt die Oelsäure zu einer weissen, festen, krystallinischen Masse, aus Alkohol krystallisirt sie bei starker Abkühlung in langen Nadeln. In Wasser ist sie nahezu unlöslich, in Alkohol und Aether dagegen leicht löslich. Beim Erhitzen wird sie zersetzt. Durch salpetrige Säure wird sie in die isomere Elaidinsäure verwandelt. Mit rauchender Salpetersäure in der Wärme behandelt liefert sie sämmtliche flüchtige Fettsäuren der Reihe $(CH)_n O_4$; mit Kalihydrat erhitzt spaltet sie sich in Palmitinsäure und Essigsäure.

Vorkommen.

Vorkommen. Ueber das Vorkommen der freien Fettsäuren im Thierorganismus können wir uns kurz fassen. Man hat geringe Mengen freier Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure in einigen thierischen Flüssigkeiten, im Blute, der Galle, im Eiter, in hydropischen Flüssigkeiten aufgefunden und auch in den Excrementen wurden solche nachgewiesen. Seitdem man die Thatsache kennt, dass der pancreatische Saft die Fähigkeit besitzt, neutrale Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen, ist natürlich das Vorkommen derselben im Darm sehr leicht erklärlich. Dagegen ist ihr Vorkommen im Blute, der Galle u. s. w. vorläufig nicht mit Bestimmtheit zu deuten. Es ist übrigens von Lehmann mit Recht hervorgehoben worden, dass man freie Fettsäuren meist nur in solchen thierischen Flüssigkeiten aufgefunden hat, die bereits innerhalb oder ausserhalb des Körpers einen gewissen Grad von Zersetzung erlitten haben, so z. B. im Eiter, der entweder an der Luft sauer ge-

worden, oder Senkungsabscessen entlehnt ist. Wenn man überdiess berücksichtigt, wie leicht neutrale Fette schon an der Luft eine partielle Zerlegung erfahren, so wird man sich fragen müssen, ob nicht die freien Fettsäuren, die man gefunden hat, in vielen Fällen erst während der Untersuchung entstanden sind; bei der kritischen Würdigung der betreffenden Untersuchungen wird man diese Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen sehen. Da, wo übrigens freie Fettsäuren in thierischen Flüssigkeiten vorkommen, scheint ihre Lösung durch die vorhandenen neutralen Fette vermittelt zu werden.

Gute Abbildungen von mikroskopischen Krystallformen krystallisirter Fette, Palmitin, Palmitinsäure, Stearin und Stearinsäure finden sich bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VI, Fig. 4, 5 und 6.

Literatur: Liebig: Chem. Briefe. 4te Aufl. 2ter Bd. 30. Brief. — Thierchem. 3te. Aufl. S. 113. — Dumas u. Boussingault: Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. XII, p. 153. — Letellier: Ebendas. XI, 433. — Persoz: Compt. rend. XVIII, 245. — Payen u. Gasparin: Compt. rend. XVIII, 797. — Playfair: Philos. Magazine XII, 281. — Gundelach: Naturgesch. der Bienen. Cassel 1842. — Dumas u. Milne Edwards: Journ. de pharm. et de chim. 3. Sér. XIV, 400. Annal. des sciences naturell. 1843. 2 Sér. XX, 174. — Boussingault: Compt. rend. XX, 1726. — Persoz: Ebendas. XXI, 20. — Hoppe: Arch. f. pathol. Anat. X, 144. — Quain: Med. chir. Transact. 1850. 141. — Virchow: Verhandl. d. Würzburg. phys. med. Gesellsch. III. 1852. — Ch. Wetherill: Transact. of the americ. philos. Soc. XI. — Journ. f. prakt. Chem. LXVIII, 20. — R. Wagner: Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1851. Nr. 8. Arch. f. phys. Heilk. X, 520. — Middeldorpff: Zeitschr. f. klin. Med. III, 59. — Donders: Nederland. Lancet. 3 Sér. I, 556. — Michaelis: Prag. Vierteljahrsch. 1853. X, 4. — Husson: Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1853, S. 41. — Schrader: Ebendas. — Fr. W. Burdach: De commutat. subst. protein. in adipem. Diss. inaug. Regiomont. Pruss. 1853. — Böttcher: Arch. f. pathol. Anat. XIII, 392. — H. Weber: Arch. f. path. Anat. XII, S. 326. — Lawes and Gilbert: Philos. Transact. 1859. Part II, p. 493. — Bischoff u. Voit: Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860. — Pettenkofer u. Voit: Sitzungsber. der Münchener Akad. 1863. I, S. 547; Ann. d. Chem. und Pharm. Suppl. II. für 1862. 1863. S. 361. — Ch. Blondeau: Ann. de Chim. et de Phys. 1864. I, p. 208.

Hämatin.

Hämatin.

Unter dieser Bezeichnung verstehen Chemiker und Physiologen in der Regel nicht dasselbe. Letztere nämlich verstehen darunter denjenigen Farbstoff, der den Blutkörperchen ihre eigenthümliche rothe Farbe verleiht und einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht; erstere dagegen Körper, die auf verschiedenen Wegen aus dem Blute gewonnen wurden und je nach der Art ihrer Darstellung sehr verschiedene Eigenschaften zeigen, die nicht nur allein unter sich different, sondern auch sicherlich nicht der genuine Blutfarbstoff, vielmehr höchst wahrscheinlich Zersetzungsproducte desselben sind.

Die chemischen Eigenschaften des genuinen Blutfarbstoffs, des Hämatins der Physiologen, kennen wir nicht, da es bisher noch nicht gelungen ist, einen stricten Beweis dafür zu liefern, dass die Art der Darstellung der Hämatine keine Veränderung des genuinen Blutfarbstoffs bewirkt. Bei der Schilderung der Eigenschaften des Hämatins der Chemiker aber müssen wir, im Interesse der in diesem Buche Aufklärung Suchenden, historisch zu Werke gehen und können nur dadurch den wirklichen Zustand unserer Kenntnisse über diesen Gegenstand übersichtlich darlegen, dass wir die Eigenschaften und die Darstellung der verschiedenen Hämatine der Chemiker gesondert beschreiben.

Hämatin von Lecanu.

Hämatin oder Hämatosin von Lecanu. Man versetzt geschlagenes Blut mit Schwefelsäure, rührt den Niederschlag mit Alkohol an und presst ihn so gut als möglich aus. Der braune Niederschlag, ein Gemenge von schwefelsaurem Globulin, schwefelsaurem Hämatin und schwefelsaurem Albumin wird mit Alkohol ausgekocht, der mit etwas Schwefelsäure angesäuert ist, hierauf die rothe Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt, im Wasserbade abgedampft und der Rückstand mit Wasser, Alkohol und Aether vollständig ausgezogen.

So dargestellt erscheint das Hämatin als eine dunkelbraune, glänzende, amorphe Masse, die geruch- und geschmacklos und in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen unlöslich ist. Beim Erhitzen bläht es sich auf, riecht nach verbranntem Horn, liefert ammoniakalische Destillationsproducte und hinterlässt nach dem Verbrennen der Kohle von Eisenoxyd stark roth gefärbte Asche.

Mit Mineralsäuren bildet Lecanu's Hämatin Verbindungen, die in Wasser unlöslich, aber in Alkohol auflöslich sind und daraus durch Wasser gefällt werden. Von Kali, Natron und Ammoniak wird das Hämatin mit dunkelblutrother Farbe gelöst und diese Verbindungen sind in Wasser, Alkohol, Aether und Essigäther löslich. Nach den Analysen von Mulder enthält das nach Lecanu's Methode bereitete Hämatin in 100 Theilen: Kohlenstoff 65,35, Wasserstoff 5,44, Stickstoff 10,40, Sauerstoff 11,88, Eisen 6,93, woraus er die empirische Formel $C_{44}H_{22}N_3O_6Fe$ berechnet.

Nach letzterem Chemiker endlich kann dem Hämatin durch Chlorgas und durch concentrirte Schwefelsäure das Eisen vollständig entzogen werden und man kann durch Behandlung des Hämatins mit Schwefelsäure ein eisenfreies Hämatin darstellen, in welchem das Mengenverhältniss der übrigen Bestandtheile ein ungeändertes ist.

Hämatin von Berzelius.

Hämatin von Berzelius. Man erhält dies, indem man defibrinirtes Blut mit einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt und filtrirt, wobei die Blutkörperchen auf dem Filter zurückbleiben. Man kocht den Filterrückstand mit schwefelsäurehaltigem Alkohol aus und vermischt die noch warmen Lösungen mit kohlensaurem Ammoniak, filtrirt die Flüssigkeit nach längerem Stehen von dem erzeugten Niederschlag ab und dampft zur Trockne ein. Das so erhaltene Hämatin wird durch Behandlung mit Aether von Fett befreit. Die Eigenschaften des so dargestellten Hämatins stimmen mit jenen des Lecanu'schen überein.

Hämatin von Sanson.

Hämatin von Sanson. Getrocknetes und gepulvertes Blut wird mit Alkohol ausgekocht, der Rückstand mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die auf diese Weise gebildete Gallerte mit Wasser ausgewaschen und mit Alkohol ausgekocht. Die alkoholische Lösung wird mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und abgedampft. Das sich ausscheidende Hämatin mit Wasser extrahirt, abermals in Alkohol gelöst, abgedampft, wird mit verdünnter Salzsäure aufgenommen und aus der Lösung des salzsauren Hämatins das Hämatin durch kohlensaures Ammoniak gefällt.

Das so dargestellte Hämatin bildet frisch gefällt durchscheinende Flocken von schön blutrother Farbe, und ist in Alkohol, Aether und verdünnten Säuren löslich.

Hämatin von Robin u. Verdeil.

Hämatin von Robin u. Verdeil. Blut wird coagulirt, das Coagulum ausgepresst und mit Alkohol, dem etwas kohlensaures Natron zugesetzt ist, ausgekocht. Die intensiv roth gefärbte alkoholische Lösung wird filtrirt, mit Kalkmilch versetzt, aufgekocht, wobei der Alkohol sich entfärbt, während der Kalkniederschlag eine grüne Farbe annimmt. Letzterer wird mit Salzsäure behandelt, das ungelöst bleibende Coagulum mit Aether erschöpft, in kochendem Alkohol gelöst und der Lösung nach dem Erkalten ein gleiches Volumen Aether zugefügt, welcher gewisse Stoffe fällt. Die alkoholisch-ätherische Lösung enthält das Hämatin und es bleibt dasselbe nach dem Verdunsten der Lösung

als braunschwarzes, in Wasser unlösliches, in Alkohol und Aether leicht lösliches Pulver zurück.

Hämatin von Wittich.

Hämatin von v. Wittich. Defibrinirtes Blut wird mit Aether geschüttelt, die filtrirte Lösung mit kohlensaurem Kali angerührt, der Niederschlag auf einem Filter gesammelt und bei einer 40°C. nicht übersteigenden Temperatur getrocknet, noch warm mit absolutem Alkohol angerührt, mehr zugesetzt und geschüttelt. Die alkoholische Lösung abgedampft und mit Aether zur Entfernung der Fette behandelt, liefert das Hämatin. So dargestellt, ist es in Wasser und Alkohol löslich, was aber von der Anwesenheit geringer Mengen kohlensaurer Alkalien abhängig erscheint, denn werden die Lösungen mit einer Säure genau neutralisirt, so fällt das Hämatin sofort nieder.

Die Lösungen des Wittich'schen Hämatins sind roth mit einem Stich ins Olivengrüne und werden beim Kochen, ohne zu coaguliren, grün. Die wässerige Lösung abgedampft, hinterlässt das Hämatin in Gestalt kleiner Körnchen; kleine Mengen auf dem Objectglase eingedunstet, hinterlassen oft schön gefärbte Krystalle, die aber aus kohlensaurem Kali mit imbibirtem Farbstoff bestehen.

Hämatin von Lehmann.

Krystallisirtes Hämatin von Lehmann. Hämatokrystallin oder auch frisches Blut wird mit oxalsäurehaltigem Alkohol und Aether geschüttelt. Beim Stehen dieser Lösung in wohlverkorkten Flaschen scheiden sich allmählich die Hämatinkrystalle aus; ihre Abscheidung wird aber durch Zusatz an der Luft zerflossenen Chlorcalciums beschleunigt.

Vierseitige rechtwinkliche oder rhombische Tafeln, oder schilfblattförmige, spiralförmig aufgewundene flache Prismen, Büschel feiner Nadeln, oder schwarze undurchsichtige Kugeln mit hier und da vortretenden Spitzen, sechsseitige Tafeln; — bald quadratische, bald rhombische dicke schwarze Tafeln, bei näherer Untersuchung flache rhombische Octaëder. Ueber das Verhältniss der chemischen Eigenschaften dieser Krystalle und jener des amorphen Hämatins sind Angaben nicht vorhanden. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IX, Fig. 1.

Hämatin von Teichmann.

Krystallisirtes Hämatin von Teichmann (Häminkrystalle). Blut wird mit Essigsäure 1 bis 2 Minuten lang gekocht. Die Flüssigkeit wird alsbald opalisirend, schwarzgrau und am Boden des Gefässes scheiden sich die Häminkrystalle ab.

Schwarzbraune oder schwarze scharfcontourirte rhombische Tafeln.

Die Häminkrystalle sind unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, schwer löslich in Ammoniak, verdünnter Schwefel- und Salpetersäure. In Kalilauge lösen sie sich langsam auf, wobei zuerst eine dunkelgrüne Färbung auftritt, die allmählich in intensives Braun und dann in Purpur oder Rosa übergeht. Concentrirte Schwefelsäure ruft bei der Lösung der

Krystalle ähnliche Farbenerscheinungen hervor. (Vergl. weiter unten: zur gerichtl. Chemie des Blutes.)

Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IX, Fig. 2.

Hämatin von Rollet.

Krystallisirtes Hämatin oder Hämin von A. Rollet. Blut wird mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Kali gefällt, das Coagulum bei höchstens 40° C. getrocknet und mit absolutem Alkohol extrahirt. Die alkoholische Lösung wird tropfenweise mit alkoholischer Weinsäurelösung versetzt, vom entstandenen weissen Niederschlage abfiltrirt und das Filtrat bei nicht über 65° C. concentrirt. Die beim Erkalten herausfallenden Krystalle werden durch Kochen mit Wasser gereinigt.

Schwarze bis schwarzbraune flache Stäbchen oder sechsseitige rhombische Tafeln. Die Krystalle sind doppeltbrechend, pleochromatisch und zeigen im auffallenden Licht einen schönen blaugrauen Flächenschimmer. Sie können auf 160° ohne Zersetzung erhitzt werden. Beim Einäschern hinterlassen sie reines Eisenoxyd (10,45 Proc.).

Unlöslich in Wasser, schwer löslich in Alkohol und Aether, leicht löslich in säurehaltigem, ammoniakhaltigem, sowie kohlensaures Kali enthaltendem Alkohol. Die letztere Lösung zeigt das Verhalten der Wittich'schen Hämatinlösungen. Auch in Ammoniak, Kali und Natron ist es löslich, die alkoholischen Lösungen sind dichromatisch, in dünnen Schichten grünlich, in dicken granatroth. In Schwefelsäure und Salpetersäure unter Zersetzung löslich, in Salzsäure nicht.

Hämatin von Hoppe-Seyler.

Hämatin von Hoppe-Seyler. Defibrinirtes Blut wird mit dem gleichen bis doppelten Volumen Wasser verdünnt und mit Bleiessig unter Vermeidung eines zu grossen Ueberschusses gefällt, filtrirt, das Blei aus dem Filtrat durch kohlensaures Natron gefällt, das Filtrat im Vacuo über Schwefelsäure möglichst rasch verdunstet, der Rückstand gepulvert, mit dem 15- bis 20fachen Gewichte Eisessig zusammengerieben und etwas Chlornatrium hinzugefügt. Die braune Mischung wird einige Stunden unter öfterem Umschütteln stehen gelassen und etwa zwei Stunden lang im Wasserbade erwärmt, dann das fünffache Volumen reinen Wassers hinzugefügt und bei mittlerer Temperatur etwa eine Woche sich selbst überlassen. Die überstehende Flüssigkeit wird von den gebildeten Krystallen abgegossen, letztere werden mit etwas Eisessig gekocht und dann durch Hinzufügen grosser Wassermengen das Gelöste wieder aus der essigsauren Lösung gefällt und die Krystalle durch viel Wasser gewaschen. Diese Krystalle: das Hämin Teichmann's sind nach Hoppe-Seyler: salzsaures Hämatin. Zur Darstellung des Hämatins löst Hoppe-Seyler dieselben in kaustischem Ammoniak, verdunstet zur Trockne, erhitzt den Rückstand längere Zeit auf 130°, entfernt durch kochendes Wasser das gebildete Chlorammonium, und trocknet wieder bei 130° C.

Blauschwarze, lebhaft metallglänzende, nicht sichtbar krystallisirte Masse, dem Rothgültigerz ähnlich und wie dieses einen braunen Strich und ein braunes Pulver gebend. Kann auf 180° C. ohne Zersetzung erhitzt werden, stärker erhitzt ohne Aufblähen verkohlend und reines Eisenoxyd hinterlassend (12,8 Proc.).

Unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, etwas löslich in Eisessig. Leicht löslich in wässerigem und weingeistigem Ammoniak, in schwefelsäure- oder salzsäurehaltigem Weingeist sowie in Alkalien. Die ammoniakalische Lösung hinterlässt beim Verdunsten auf dem Wasserbade einen ammoniakhaltigen, in Wasser grösstentheils löslichen Rückstand.

Die alkalischen wässerigen oder weingeistigen Lösungen zeigen Dichroismus und sind in dünneren Schichten olivengrün, in dickeren Schichten roth. Die braunen sauren Lösungen sind nicht dichromatisch.

Die Hämatinlösungen zeigen nachstehendes optisches Verhalten:

Optisches Verhalten.

Am wenigsten absorbiren sie das äusserste Roth des Spectrums bis etwa zur Frauenhofer'schen Linie *B*, am stärksten das violette Licht. Bei einer Concentration von 1 Grm. in 6667 CC. Lösungsmittel ergeben bei einer Dicke von 1 Centimeter der Schicht alkalische Lösungen des Hämatins einen Absorptionsstreifen zwischen den Linien *C* und *D* des Spectrums aber näher an *C*.

Das Phänomen versinnlicht die auf der beigegebenen Tafel befindliche Abbildung 3.

Saure alkoholische Lösungen zeigen einen schmalen Absorptionsstreifen, in dessen Mitte die Frauenhofer'sche Linie *C* liegt.

Cyankalium zu einer alkalischen Hämatinlösung gefügt, erzeugt wie es scheint eine Cyanverbindung des Hämatins, welche in verdünnter Lösung einen diffusen, bei weiterer Verdünnung bald verschwindenden Absorptionsstreifen im Spectrum zwischen *D* und *E*, aber näher an *D* zeigt.

Hoppe-Seyler's Hämatin scheint sich mit Säuren und Alkalien verbinden zu können.

Kochende verdünnte Salpetersäure zersetzt es, ebenso Chlor in alkalischer Lösung; Salzsäure wirkt nicht bemerklich ein. Concentrirte Schwefelsäure löst es zu einer dichroitischen Flüssigkeit, die mit Wasser verdünnt einen braunen Niederschlag abscheidet, welcher in Alkalien leicht löslich ist und beim Verdunsten der ammoniakalischen Lösung einen blauschwarzen, metallisch glänzenden eisenfreien Rückstand giebt (eisenfreies Hämatin). In 100 Theilen seines Hämatins fand Hoppe-Seyler im Mittel: Kohlenstoff 61,01, Wasserstoff 5,32, Stickstoff 8,63, Eisen 8,77, Sauerstoff 16,27 — und berechnet daraus die empirische Formel:

$$C_{96} H_{51} N_6 Fe_3 O_{18}$$

Salzsaures Hämatin.

Salzsaures Hämatin. Als dieses betrachtet Hoppe-Seyler das Hämin Teichmann's, scheint aber eine vollständige Analyse des letzteren nicht angestellt zu haben. Er fand darin 4,14, 4,83, 3,47 Chlor, während die von ihm angenommene Formel

$$C_{96} H_{51} N_6 Fe_3 O_{18} HCl$$

3,64 Chlor verlangen würde. Er beobachtete, dass die Krystalle beim Erwärmen mit Schwefelsäure Salzsäure entwickeln und beim Auflösen in Alkalien Chlormetall liefern. Bei der Behandlung von reinem Hämoglobin mit Chlornatrium und Eisessig erhielt er auf 100 Thle. Hämoglobin 3,86 Hämin, die Berechnung aus dem Eisengehalte verlangte 4,87 Thle.

Von den verschiedenen Hämatinen ist das von Hoppe-Seyler dargestellte jedenfalls dasjenige, welches in näherer Beziehung zu dem genuinen Blutfarbstoff steht, wie die übrigen, obgleich nicht verschwiegen werden darf, dass Beweise für die Identität nicht vorliegen und die bisher gemachten Mittheilungen über sein Verhältniss zum Hämoglobin und zum Hämin mehr als vorläufige erscheinen, welchen genauere Beschreibungen der Untersuchung, der Analysen u. s. w. hoffentlich bald folgen werden.

Dichroismus des Blutfarbstoffs.

Brücke hat zuerst gezeigt, dass der Farbstoff des venösen Blutes die Erscheinung des Dichroismus zeigt, indem solches Blut unter gewissen Bedingungen bei auffallendem Lichte roth und bei durchfallendem grün erscheint und er hat ferner gefunden, dass die von Lecanu, Sanson und Wittich dargestellten Hämatine und zwar gleichgültig, ob sie aus arteriellem oder venösem Blute dargestellt sind, wenn ihre ammoniakalischen Alkohollösungen mit viel Wasser, oder mit Kali, Natron, kohlen-

sauren Alkalien, kohlensaurem Ammoniak, oder Kohlensäure vermischt werden, bei auffallendem Lichte roth und bei durchfallendem grün erscheinen, demnach ebenfalls dichroitisch sind. Brücke beobachtete ferner, dass alle dichroitischen Hämatinlösungen in ihrem Innern Licht zerstreuen. Die innere Dispersion ist aber eine sogenannte unächte, da beim Drehen eines vor das Auge gehaltenen Nicols das zerstreute Licht je nach dem Reflexionswinkel mehr oder weniger vollständig verschwindet und man muss daraus schliessen, dass das Licht von Körpern reflectirt werde, welche anders brechen als die umgebende Flüssigkeit, die nur deshalb nicht getrübt erscheint, weil diese Körperchen zu klein sind, um das Licht aus seiner Bahn abzulenken. Brücke glaubt, dass beim Uebergang einer Hämatinlösung aus dem nichtdichroitischen in den dichroitischen Zustand ein Körper, der jenes Licht reflectirt, in feinen Molekülen ausgeschieden wird. Es ist ferner beobachtet, dass Blut in mit Sauerstoff gefüllten Glasröhren die Erscheinung des Dichroismus nicht zeigt, dagegen dasselbe Blut sogleich dichroitisch wird, wenn man es mit Kohlensäure, Stickstoff oder Wasserstoff in Berührung bringt.

Das Hämatin wirkt als Ozonüberträger.

Zu den Eigenschaften, welche der genuine Blutfarbstoff mit den Hämatinen theilt, gehört auch die, als Ozonüberträger zu wirken (vergl. Bd. I, S. 315); die optischen Untersuchungen von Stokes über den Blutfarbstoff, sowie jene Hoppe-Seyler's über das Hämoglobin haben gezeigt, dass in der That der Blutfarbstoff und das Hämoglobin an der Bindung des Sauerstoffs beim Arteriellwerden des Blutes einen wesentlichen Antheil haben, aber ebenso leicht ihren lose gebundenen Sauerstoff wieder abgeben.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Nach den Untersuchungen Hoppe-Seyler's erscheint es mindestens wahrscheinlich, dass das Hämatin im Blute mit Globlulin chemisch verbunden, Bestandtheil der Blutzellen ist.

Abstammung.

Abstammung. Ueber die Abstammung des Blutfarbstoffs wissen wir nichts. Man hat für die Annahme, dass das Hämatin aus einem Bestandtheil der farblosen Blutkörperchen hervorgehe, physiologische Gründe geltend gemacht, auf die wir aber hier um so weniger eingehen wollen, weil dieselben einen solchen Uebergang wohl vom histologischen Standpunkte wahrscheinlich machen, aber den chemischen Vorgang gänzlich unberücksichtigt lassen. Aber es erscheint jedenfalls bemerkenswerth, dass die Milz, ein Organ, welches nach allen physiologischen Thatsachen zur Erzeugung des Blutes und seiner Zellen in naher Beziehung steht, nach den Untersuchungen von Scherer sehr reich an Eisen ist, und namentlich einen eisen- und stickstoffhaltigen Körper enthält. Da das Hämatin eisen- und stickstoffhaltig ist, so kann es nur aus Materien entstehen, die dem werdenden Hämatin diese beiden Elemente zuzuführen vermögen und es wäre wohl möglich, dass der von Scherer gefundene

eisenhaltige eiweissartige Körper der Milz zur Bildung des Blutroths verwendet würde.

Umwandlungen und Austritt.

Umwandlungen des Hämatins im Organismus und Austritt desselben. Auch bei der Erörterung der Frage über die Umwandlungen, welche der Blutfarbstoff im Organismus erleidet, bewegen wir uns auf hypothetischem Boden. Es sprechen allerdings gewichtige Gründe dafür, dass sämmtliche Pigmente des Thierkörpers und namentlich die Farbstoffe der Galle, aus dem Blutfarbstoff hervorgehen, allein directe chemische Beweise dafür fehlen zur Zeit noch. In welche Verbindungen umgesetzt aber die Elemente des Hämatins den Organismus verlassen, ist uns gänzlich unbekannt. Auf die Gründe, welche für einen Uebergang des Hämatins in Gallenfarbstoff sprechen, werden wir bei Gelegenheit des letzteren eingehen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Aus der Thatsache, dass Hämatin Ozon übertragend wirkt, dürfen wir wohl schliessen, dass es bei den Oxydationsvorgängen im Blute eine Rolle spiele und diese Ansicht wird durch die weiter oben erwähnten optischen Untersuchungen von Stokes und Hoppe-Seyler sehr wesentlich gestützt. Doch ist zu bemerken, dass sich diese Untersuchungen nicht auf das isolirte Hämatin, sondern auf das verdünnte Blut selbst oder auf Hämoglobin beziehen und es daher nicht zu entscheiden ist, welchen Antheil an diesen Erscheinungen das Globulin hat.

Literatur: Berzelius: Lehrb. d. Chem. 4te Aufl. Bd. IX, S. 60. — Mulder: Versuch einer allgem. physiol. Chem. Bd. I, S. 344. — Robin et Verdeil: Traité de Chim. anat. et phys. T. III, p. 376. — Gmelin: Handb. d. Chem. Bd. VIII. (Lehmann, Zoochemie) S. 133. — v. Wittich: Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXI, S. 11. — Lehmann: Compt. rend. T. XL, p. 774. — Teichmann, Zeitschr. f. rat. Medicin N. F. Bd. IV, S. 375. Bd. VIII, S. 141. — A. Rollet: Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. XLVIII, S. 223. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. Bd. XXIX, S. 233. 597. Chem. Centralbl. 1864. S. 582. — G. G. Stokes: Phil. Mag. (4. Sér.) 1864. Vol. XXVIII, p. 391. — Hoppe-Seyler: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1864. Nr. 52 u. 53; Chem. Centralbl. 1865. S. 771; Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. III, S. 432. — Brücke: Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. XI, S. 1070. Bd. XIII, S. 485.

Protagon.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 66,7, Wasserstoff 11,7, Stickstoff 2,8, Phosphor 1,2, Sauerstoff 17,6.

Empirische Formel: $C_{232} H_{241} N_4 P O_{44}$.

Protagon.

Weisses, leichtes, flockiges Pulver aus der alkoholischen Lösung sich in mikroskopischen Nadeln ausscheidend, mit Wasser sehr stark zu einer kleisterartigen Masse aufquellend, mit mehr Wasser sich lösend und aus der Lösung auf Zusatz von concentrirten Salzlösungen coagulirend; in kaltem Alkohol und Aether schwer löslich, in warmem Alkohol und Aether leichter, mit absolutem Alkohol aber

über 55° C. erwärmt, zersetzt sich das Protagon. In Eisessig löst es sich, wie es scheint, ohne Zersetzung. Schon unter 100° zersetzt sich das Protagon beim Trocknen, bei stärkerem Erhitzen bräunt es sich, schmilzt und hinterlässt bei der Verbrennung eine schwer verbrennliche, sauer reagirende Kohle.

Durch kochendes Barytwasser zerfällt das Protagon in Glycerinphosphorsäure, eine starke alkalisch reagirende, nicht ohne Zersetzung flüchtige organische Base: Neurin und Fettsäuren.

Das Protagon wurde von O. Liebreich durch Behandlung des mit Wasser zum Brei angerührten Gehirns mit Aether und Wasser bei 0°, Entfernung des Aethers, Lösen des Rückstandes in Alkohol von 85 Proc. bei 45° C. im Wasserbade, Erkälten der Lösung auf 0° und Auswaschen des flockigen Niederschlages mit Aether dargestellt.

Vorkommen. Das Protagon scheint ein wesentlicher Bestandtheil des Gehirns und der Nervensubstanz überhaupt zu sein und darin zu präexistiren, wahrscheinlich aber ist es auch im Eidotter, im Eiter, und möglicherweise in den Fetten des Blutserums, den farblosen Blutkörperchen und im Samen enthalten. Die Cerebrinsäure Fremy's und das phosphorfreie Cerebrin W. Müller's, letzteres in seinen Eigenschaften übrigens dem Protagon sehr nahe stehende Körper, scheinen Zersetzungsproducte des letzteren zu sein.

Vorkommen.

Ueber die Umwandlungen des Protagons und seinen Austritt befinden wir uns völlig im Dunkeln. Ebenso ist uns eine andere physiologische Bedeutung desselben als die, Hauptmaterial des Nervengewebes zu sein, nicht bekannt.

Literatur: Fremy: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XL, S. 69. — W. Müller: Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. CV, S. 361. — O. Liebreich: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXXIV, S. 29.

Chitin.

In 100 Theilen: Kohlenstoff 46,32, Wasserstoff, 6,40, Stickstoff 6,14, Sauerstoff 41,14.

Empirische Formel: $C_{18}H_{15}NO_{12}$.

Rein dargestellt ist das Chitin ein weisser, amorpher, zuweilen durchscheinender Körper, welcher in der Regel die Form des Gewebes zeigt, aus welchem er dargestellt wurde. Das Chitin ist unlöslich in Wasser, Essigsäure, Alkalien, in Aether, Weingeist und verdünnten Mineralsäuren. Längere Zeit mit Schwefelsäure gekocht liefert es Ammoniak und Traubenzucker. Concentrirte Salpetersäure oder Salzsäure löst es ohne Färbung, in dieser Lösung bewirkt Gerbsäure nach der Neutralisation mit Ammoniak einen Niederschlag. Bei der trocknen Destillation schmilzt es nicht und hinterlässt eine Kohle von der Form des ursprünglichen Gewebes, es giebt ferner trotz seines Stickstoffgehaltes saure Destillationsproducte.

Chitin.

Vorkommen. Das Chitin ist mit Bestimmtheit in den Körperdecken der Gliederthiere und den Anhängen dieses Ueberzugs (Stacheln, Schuppen, Haare), ferner in den Auskleidungen der offenen Körperhöhlen der Arthropoden (Tracheen, Darm) nachgewiesen. Wahrscheinlich ist es

Vorkommen.

aber auch noch bei anderen wirbellosen Thieren vorhanden und vor Kurzem hat Lücke gezeigt, dass die Mutterblasen der Echinococcen aus einer dem Chitin in Eigenschaften und Zusammensetzung mindestens sehr ähnlichen Substanz bestehen.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Chitin ist Gewebsbestandtheil und trägt als solches zur Eigenartigkeit der betreffenden Gewebe das Meiste bei, was sich zur Genüge daraus ergiebt, dass durch die Reindarstellung des Chitins nicht selten die Form der Thiere oder einzelner Organe ganz gut erhalten bleibt.

Abstammung.

Abstammung. Ueber die Art der Bildung des Chitins im Organismus vom chemischen Standpunkte wissen wir nichts Positives. Städeler hat nachgewiesen, dass bei der Zersetzung des Chitins durch Schwefelsäure Traubenzucker und Ammoniak gebildet werden. Nimmt man nun an, was mindestens sehr wahrscheinlich ist, dass das Ammoniak dabei als secundäres Zersetzungsproduct auftritt, so spaltet sich das Chitin durch Behandlung mit Säuren in ein Kohlehydrat und in einen stickstoffhaltigen Körper. Städeler hat darauf aufmerksam gemacht, dass möglicherweise der Vorgang durch nachstehende Formelgleichung ausgedrückt wäre:

$$\underbrace{C_{18}H_{15}NO_{12}}_{\text{Chitin}} + 4\,HO = \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker}} + C_6H_7NO_4$$

wobei $C_6H_7NO_4$ Lactamid, Alanin oder Sarkosin bedeuten könnte. Nähme man an, dass der Stickstoff in der Form von Lactamid austrete, so würde die Bildung der Chitinpanzer, wenigstens bei den Crustaceen, sich ohne Schwierigkeit erklären lassen. Dass in dem Magensafte der niederen Thiere ebensowohl Milchsäure vorkommt wie in dem der höheren, glaubt Städeler bei der grossen Verbreitung dieser Säure annehmen zu dürfen und weist darauf hin, dass zur Zeit der Neubildung der Panzer die vorhandenen Kalkconcretionen, die sogenannten Krebssteine, in den Magen gelangen. Dabei würde milchsaurer Kalk entstehen. Zugleich macht Städeler auf die Ammoniakentwickelung bei Krebsen aufmerksam. Nimmt man nun an, dass während des Neubildungsprocesses, der ohne Zweifel mit der Ausscheidung von Proteinstoffen, die man in allen Chitingeweben findet, beginnt, ein Kohlehydrat, milchsaurer Kalk und kohlensaures Ammoniak zusammentreffen, so würde sich unter Ablagerung von kohlensaurem Kalk milchsaures Ammoniak bilden müssen, und unter Vereinigung desselben mit dem Kohlehydrat könnte unter Austritt von Wasser das Chitin entstehen. Es versteht sich übrigens von selbst, dass alles diess nur Hypothesen sind, die zum Theil auf sehr schwankender Grundlage ruhen und von ihrem Autor selbst nicht für mehr angesehen werden.

Ueber die Umwandlungen des Chitins sowie über seinen Austritt wissen wir ebenfalls nichts.

Die physiologische Bedeutung des Chitins ist eine ähnliche wie die des Horngewebes.

Literatur: Odier: Mém. de la soc. d'hist. nat. de Paris. 1833. T. I, p. 29. — C. Schmidt: Zur vergl. Physiologie der Wirbellosen. 1845. S. 34. — Schlossberger: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XCVIII, S. 105. 115. — G. Städeler: Ann. d. Chem. u. Pharm. S. 21. — Berthelot: Journ. de Physiol. T. II, p. 577. — Lücke: Arch. f. path. Anat. Bd. XIX, S. 189.

Cellulose.

Empirische Formel: $C_{12}H_{10}O_{10}$.

Cellulose.

Die Cellulose besitzt je nach den Stoffen, aus denen sie dargestellt wurde, ein abweichendes äusseres Ansehen und kommt mit dem Chitin darin überein, dass sie so wie dieses im gereinigten Zustande gewöhnlich noch die Form des Gewebes zeigt, welches zu ihrer Bereitung diente.

Im Allgemeinen ist die rein dargestellte Cellulose weiss, geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen, verdünnten Säuren und Alkalien. Bei der trocknen Destillation giebt sie saure Destillationsproducte. Durch Kochen mit Schwefelsäure geht sie in Traubenzucker über. Salpetersäure erzeugt explodirende Nitrokörper, Jod färbt die Cellulose violettblau.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Cellulose, wie bekannt im Pflanzenreiche von allgemeiner Verbreitung, wurde im Thierreiche bisher nur auf den untersten Stufen desselben aufgefunden. Bisher wurde sie im Mantel der Phallusia mammillaris, in der knorpeligen Hülle der einfachen Ascidien, in dem lederartigen Mantel der Cynthien, endlich im äusseren Rohre der Salpen nachgewiesen. Nach den Untersuchungen von Löwig und Kölliker scheint das Vorkommen der Cellulose bei den Wirbellosen auf die Tunicaten beschränkt zu sein.

Ueber den Ursprung und die sonstigen physiologisch-chemischen Beziehungen der Cellulose im Thierreiche sind wir vollständig im Dunkeln.

Paramylon.

Paramylon: $C_{12}H_{10}O_{10}$. Der Cellulose reiht sich am ungezwungensten ein anderes Kohlehydrat, das Paramylon, an, welches in einer Infusorienspecies: Euglena viridis, vorkommt, die von Siebold zu den Thieren zählt. Diese Thiere enthalten eine grosse Anzahl von kleinen Körnern, welche beim Zerdrücken unter dem Mikroskop reichlich austreten, ohne dass sie untereinander zusammenhängen. Nach ihrer Isolirung und Reinigung stellen diese Körner einen stärkeähnlichen Körper dar, der unlöslich in Wasser, in verdünnten Säuren und in Ammoniak, löslich aber in verdünntem Kali ist, aus welcher Lösung er durch Salzsäure als opalisirende Gallerte ausgeschieden wird. Von der Stärke unterscheidet sich das Paramylon namentlich auch dadurch, dass es beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure keinen Zucker liefert, und durch Jod nicht blau gefärbt wird.

Literatur: C. Schmidt: Zur vergl. Physiol. der Wirbellosen 1845. S. 62. — Löwig u. Kölliker: Ann. des scienc. nat. 1846. T. V, p. 194. — Gottlieb: Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. LXXV, S. 51.

Dritte Gruppe.

Im Organismus selbst durch Desassimilation erzeugte Verbindungen.

Wir zerfällen diese Gruppe in zwei Unterabtheilungen:
I. Producte secretbildender Processe und intermediärer Spaltungen.
II. Producte der eigentlich regressiven Stoffmetamorphose.

I. Producte secretbildender Processe und intermediärer Spaltungen.

a. Gallensäuren und ihre Spaltungsproducte.

Allgemeines Verhalten.

Die der Galle der höheren Thierclassen eigenthümlichen stickstoff- und zum Theil schwefelhaltigen organischen Säuren, die aber in der Galle nicht frei, sondern als Natronsalze enthalten und vom physiologischen Standpunkte als die wichtigsten Gallenbestandtheile zu betrachten sind, zeigen folgendes Verhalten:

Ihre Lösungen sowie auch die ihrer Salze haben einen intensiv bitteren Geschmack und geben mit Schwefelsäure und Zucker versetzt eine intensiv purpurrothe Flüssigkeit. Man benutzt diese Reaction, um die Gegenwart der Galle in thierischen Flüssigkeiten, im Harn u. dergl., nachzuweisen. Zu diesem Behufe versetzt man gewöhnlich die auf Galle zu prüfende Flüssigkeit mit etwas Zuckerlösung, hierauf vorsichtig, unter Vermeidung zu starker Erhitzung, mit reiner concentrirter Schwefelsäure. Soll die Reaction aber beweisend sein, so muss die gleichzeitige Gegenwart von Albuminaten und Oelsäure ausgeschlossen werden, da diese Stoffe mit Zucker und Schwefelsäure eine ähnliche Reaction geben. Sicherer gelingt der Nachweiss und zwar auch bei Gegenwart von Oelsäure, fetten Säuren, Neutralfetten, Cholesterin und Albumin, durch eine Modification der ursprünglich von Pettenkofer angegebenen Reaction, von Neukomm: Man bringt einen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit in eine flache Porzellanschale, mischt eine Spur einer Zuckerlösung hinzu und versetzt mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure; wird Alles gemischt und gelinde erwärmt, so tritt die charakteristische purpurviolette Färbung ein und zwar nur bei Gegenwart von Gallensäure und einigen Harzen, nicht aber, wenn die Flüssigkeit Albuminate und Fette enthält (E. Bischoff). Die Natronsalze der Gallensäuren sind in Wasser und in Alkohol löslich. Ihre Lösungen lenken die Polarisationsebene des Lichtes nach rechts ab. Aus den concentrirten alkoholischen Lösungen derselben werden sie durch Aether gefällt, und der anfangs gewöhnlich pflasterartige Niederschlag verwandelt sich nach längerem Stehen in Krystalle (krystallisirte Galle).

Die Galle der meisten Wirbelthiere enthält die Natronsalze zweier stickstoffhaltiger Säuren, von welchen die eine schwefelhaltig ist, die andere nicht und die beide unter der Einwirkung gewisser Agentien in einen stickstoffhaltigen Paarling

und in eine stickstofffreie Säure zerfallen, die bei beiden Säuren identisch ist, während die dabei sich abspaltenden stickstoffhaltigen Substanzen verschieden sind. Die Gallensäuren sind Amidosäuren complexerer Constitution.

Glykocholsäure.

Glykocholsäure: $C_{52}H_{43}NO_{12}$. Haarfeine, farblose, glänzende Nadeln, schwer löslich in kaltem, leicht in kochendem Wasser und in Alkohol, wenig in Aether. Die wässerige Lösung schmeckt anfangs süss, hinterher aber intensiv bitter und röthet Lackmus. Die alkoholischen Lösungen zeigen stark rechtsseitige Polarisation und es beträgt die specif. Drehung für gelbes Licht + 29°. Aus den alkoholischen Lösungen scheidet sie sich beim Verdunsten als harzartige Masse aus. Beim Erhitzen schmilzt sie und wird zersetzt.

In concentrirter Schwefelsäure gelöst, scheidet sie beim Erwärmen einen amorphen, in Wasser unlöslichen, in Alkohol löslichen Niederschlag ab: Cholonsäure $C_{52}H_{41}NO_{10}$.

Längere Zeit mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, geht sie in Stoffe über, die gleich den Chromogenen die Eigenschaft besitzen, durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft sich zu färben.

Durch Barytwasser spaltet sich die Glykocholsäure in Cholsäure: $C_{48}H_{40}O_{10}$ und Glycin: $C_4H_5NO_4$, wobei 2 Aeq. HO aufgenommen werden.

Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure spaltet sie sich in Choloidinsäure: $C_{48}H_{38}O_8$, und Glycin: $C_4H_5NO_4$.

Von den neutral reagirenden glykocholsauren Salzen sind die mit alkalischer und alkalisch-erdiger Basis in Wasser und Alkohol leicht löslich, die mit schweren Metalloxyden meist unlöslich.

Das glykocholsaure Natron, dasjenige Salz, welches in der Galle vorkommt, scheidet sich aus alkoholischen Lösungen auf Zusatz von Aether in grossen glänzenden, strahlenförmig-gruppirten Nadeln ab. Die specifische Drehung seiner alkoholischen Lösung ist für gelbes Licht + 25,7°. Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 5 u. 6.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Glykocholsäure an Natron gebunden ist ein Bestandtheil der Galle vieler Thiere, scheint aber in überwiegender Menge vorzugsweise in der Rindsgalle vorzukommen. Bei den übrigen Säugethieren tritt ihre Menge gegenüber der der Taurocholsäure und anderer eigenthümlicher Säuren sehr zurück. So kommt namentlich in der Galle der Hunde und Schafe, sowie in jener der Fische fast nur Taurocholsäure vor, während in der Schweine- und Gänsegalle eigenthümliche Säuren nachgewiesen sind. Bei den Carnivoren, so weit deren Gallen untersucht sind, scheint sie gänzlich zu fehlen.

Taurocholsäure.

Taurocholsäure: $C_{52}H_{45}NO_{14}S_2$. Weisses, amorphes, hygroskopisches, intensiv bitter schmeckendes Pulver, löslich in Wasser und Weingeist, unlöslich in Aether. Die Lösungen reagiren sauer. Beim Erhitzen und überhaupt leicht zersetzbar.

Mit Barytwasser gekocht, zerfällt die Taurocholsäure unter Wasseraufnahme in Cholsäure: $C_{48}H_{40}O_{10}$, und Taurin: $C_4H_7NO_6S_2$, durch Behandlung mit Säuren in Choloidinsäure: $C_{48}H_{38}O_8$ und Taurin.

Die taurocholsauren Salze sind neutral, nur die mit alkalischer Basis sind in Wasser und Alkohol leicht löslich. Längere Zeit mit Aether in Berührung kry-

stallisiren sie. Aus einem Gemenge von glykochol- und taurocholsauren Salzen fällt verdünnte Schwefelsäure nur die Glykocholsäure aus, während die Taurocholsäure aufgelöst bleibt. Durch Bleizucker wird aus einem solchen Gemenge ebenfalls nur die Glykocholsäure gefällt, aus dem Filtrate wird aber die Taurocholsäure durch Bleiessig niedergeschlagen. Auf diesem Verhalten beruhen die Methoden zur Trennung der beiden Säuren. Die alkoholischen Lösungen lenken den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab und es beträgt die specif. Drehung derselben für gelbes Licht + 24,5°.

Glyko- und taurocholsaure Alkalien, sowie sie in der Galle vorkommen, haben ein nicht unbedeutendes Lösungsvermögen für Cholesterin, sie lösen Blutzellen auf, ebenso Eiterzellen, sie haben endlich die Eigenschaft, Fett zu lösen und zu emulsioniren. Durch Fermente werden die glyko- und taurocholsauren Alkalien in ähnlicher Weise zerlegt, wie durch Säuren und Alkalien. Die Glykocholsäure zerfällt durch Fermente in Cholsäure und Glycin, welches letztere weiter in Ammoniak und andere Producte zerlegt wird, — die Taurocholsäure in Cholsäure und Taurin. Die Cholsäure ist bei dieser Zersetzung in einer gewissen Periode durch Choloidinsäure vertreten.

Vorkommen.

Vorkommen. Taurocholsaures Natron ist in der Galle des Rindes, des Menschen und wahrscheinlich auch in den schwefelhaltigen Gallen der Füchse, Bären, Schafe, Hunde, Wölfe, Ziegen, einiger Vögel, Süsswasserfische, Frösche und Schlangen enthalten. Die Galle von Boa anoconda scheint nur taurocholsaures Natron zu führen.

Unter pathologischen Verhältnissen lassen sich geringe Mengen von Gallensäuren im Blute und im Harne nachweisen; das Vorkommen von Galle im Erbrochenen ist viel seltener als man gewöhnlich annimmt, ebenso enthalten die Fäces gewöhnlich nur dann unzersetzte Gallensäuren, wenn die Ingesta den Darmcanal sehr rasch durchlaufen. Am häufigsten hat man sie noch beim Darmcatarrh der Kinder beobachtet. Im Kinderkothe wurde Glykocholsäure nachgewiesen. Unter normalen Verhältnissen ist bereits in der Mitte des Dünndarms die Hälfte der in den Darm ergossenen Galle weiter zersetzt und es enthalten die Excremente meist nur Spaltungsproducte derselben, namentlich Cholsäure, Cholonsäure, Choloidinsäure, Dyslysin.

Hyoglykcholsäure.

Hyoglykocholsäure: $C_{54}H_{43}NO_{10}$. Weisse, harzige, in kochendem Wasser schmelzende Masse, leicht in Alkohol, aber nicht in Wasser und Aether löslich. Verhält sich im Uebrigen ähnlich wie die anderen Gallensäuren. Durch Säuren und Alkalien zerfällt sie unter Wasseraufnahme in Hyocholsäure: $C_{50}H_{40}O_8$ und Glycin: $C_4H_5NO_4$.

Die hyoglykocholsauren Salze sind amorph. Die hyoglykocholsauren Alkalien sind in Wasser löslich, werden aber aus ihren Lösungen durch concentrirte Salzlösungen gefällt.

Vorkommen.

Vorkommen. Hyoglykocholsaures Natron ist der Hauptbestandtheil der Schweinegalle und in anderen Gallen bisher noch nicht aufgefunden.

Hyotaurocholsäure.

Hyotaurocholsäure: $C_{54}H_{45}NO_{12}S_2$? Noch nicht genau studirt. Zerfällt leicht in Hyocholsäure und Taurin, und ist demnach der Taurocholsäure vollkommen analog.

Vorkommen. Hyotaurocholsaures Natron kommt in sehr geringer Menge in der Schweinegalle vor. Vorkommen.

Chenotaurocholsäure: $C_{54}H_{49}NO_{12}S_2$? Noch wenig studirt. Spaltet sich unter Wasseraufnahme leicht in Chenocholsäure: $C_{54}H_{44}O_8$ und Taurin: $C_4H_7NO_6S_2$. Chenotaurocholsäure.

Vorkommen. Das Natronsalz dieser Säure ist ein Bestandtheil der Gänsegalle. Vorkommen.

Spaltungsproducte der Gallensäuren.

Cholsäure (syn. Cholalsäure): $C_{48}H_{40}O_{10}$. Wasserklare, beim Liegen an der Luft verwitternde tetraëdrische Krystalle von intensiv bitterem, hinterher süsslichem Geschmack, in Wasser wenig, dagegen ziemlich leicht in Alkohol und Aether löslich. Aus den ätherischen Lösungen in vierseitigen Prismen krystallisirt, enthält sie 2 Aeq. Krystallwasser, aus den alkoholischen in tetragonalen Octaëdern oder Tetraëdern krystallisirend 5 Aeq. Cholsäure.

Ihre Lösungen zeigen rechtsseitige Circumpolarisation und zwar beträgt die specif. Drehung der alkoholischen Lösung der Säure mit 5 Aeq. Krystallwasser für gelbes Licht $+ 35^0$, jene des Natronsalzes nur $31,4^0$. Treibt die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien beim Erwärmen aus und wird beim Erhitzen zersetzt. Ihre Lösungen geben mit Zucker und Schwefelsäure die Gallenreaction.

Die cholsauren Alkalien sind leicht löslich und krystallisirbar, die übrigen Salze schwer löslich.

Die Cholsäure ist eines der Spaltungsproducte der Glyko- und Taurocholsäure unter der Einwirkung von Säuren, Alkalien und Fermenten.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII, Fig. 4.

Vorkommen. Die Cholsäure ist in geringen Mengen im Dickdarminhalte und den Excrementen von Menschen, Rindern, Hunden und im icterischen Harne aufgefunden (Hoppe-Seyler). Vorkommen.

Choloidinsäure: $C_{48}H_{38}O_8$. Harzartige, amorphe, in kochendem Wasser schmelzbare Masse, unlöslich in Wasser, wenig löslich in Aether, aber leicht in Alkohol. Ihre Salze sind amorph. Giebt die Gallenreaction. Choloidinsäure.

Die Choloidinsäure entsteht aus der Cholsäure durch Behandlung derselben mit Säuren oder durch Erhitzen bis auf 200^0 C. Wird auch bei der Fäulniss der Galle gebildet.

Cholsäure und Choloidinsäure geben mit Salpetersäure zahlreiche Oxydationsproducte, unter anderen flüchtige fette Säuren. Nach den Untersuchungen von Hoppe-Seyler wäre die Choloidinsäure ein Gemenge von Cholsäure, Dyslysin und Cholonsäure.

Vorkommen. Findet sich im Darminhalte und in den Excrementen. Vorkommen.

Dyslysin: $C_{48}H_{36}O_6$. In Alkohol und Wasser unlöslicher, in Aether wenig löslicher neutraler harzartiger Körper. Entsteht aus der Choloidinsäure unter Wasserverlust. Giebt die Gallenreaction. Dyslysin.

Vorkommen.

Vorkommen. Findet sich im Darminhalte und in den Excrementen.

Hyocholsäure.

Hyocholsäure: $C_{50} H_{40} O_8$. Nur schwierig in kleinen Warzen krystallisirende Säure, in Alkohol und Aether löslich; nur mit Alkalien lösliche Salze bildend. Spaltungsproduct der Hyo-glyko- und Hyo-Taurocholsäure.

Chenocholsäure.

Chenocholsäure: $C_{54} H_{44} O_8$. Schwierig krystallisirbare, in Wasser und Aether wenig lösliche Säure. Die Salze mit alkalischer Basis in Wasser löslich. Das Barytsalz krystallisirbar. Spaltungsproduct der Chenotaurocholsäure.

Glycin.

Glycin: $C_4 H_5 N O_4$ (Amidoessigsäure). Grosse, farblose, durchsichtige Krystalle des monoklinometrischen Systems, luftbeständig, von deutlich süssem Geschmack, bei 178° C. schmelzend, in höherer Temperatur sich zersetzend. In Wasser und verdünntem Weingeist löslich, unlöslich in absolutem Alkohol und Aether. Die wässerige Lösung reagirt neutral.

Verbindet sich mit Basen, Säuren und Salzen. Durch salpetrige Säure wird es in Glycolsäure: $C_4 H_4 O_6$, Wasser und Stickstoff zerlegt, durch Aetzbaryt geht es in Kohlensäure, Methylamin und Ammoniak über.

Wird Glycin mit concentrirter Kalilauge erhitzt, so nimmt die Flüssigkeit unter Entwickelung von Ammoniak eine feuerrothe Färbung an, die bei fortgesetztem Erwärmen wieder verschwindet.

Wird eine ganz geringe Menge Glycin zu einer Kupfervitriollösung gebracht, so bewirkt Kali keine Fällung und die Flüssigkeit nimmt eine lasurblaue Färbung an; beim Erhitzen scheidet sich kein Kupferoxydul ab. Kocht man eine Leimzuckerlösung mit Kupferoxyd, so löst sich dieses zu einer blauen Flüssigkeit, welche beim Erkalten Krystalle absetzt.

Mikroskopische Abbildungen des Glycins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV, Fig. 1.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Glycin ist als solches im thierischen Organismus noch nicht aufgefunden, so nahe es liegt, seine Gegenwart vorauszusetzen. In gepaarter Verbindung mit Cholsäure bildet es, wie oben gezeigt wurde, die Glykocholsäure, mit Hyocholsäure die Hyoglykocholsäure, mit Benzoësäure die Hippursäure. Es tritt ausserdem bei mannigfachen Zersetzungsvorgängen thierischer Materien auf, so bei der Zersetzung des Leims durch Mineralsäuren und Alkalien, des Badeschwamms mit Schwefelsäure, und bei der Zersetzung der Glykocholsäure, Hyoglykocholsäure und Hippursäure.

Taurin.

Taurin: $C_4 H_7 N O_6 S_2$. Grosse säulenförmige Krystalle des monoklinometrischen Systems, glasglänzend und luftbeständig, ohne Reaction und Geschmack, in kaltem Wasser schwer, in heissem leicht löslich, in Alkohol und Aether unlöslich. Wird beim Erhitzen unter Entwickelung von schwefliger Säure zersetzt. Wird es mit kohlensaurem Natron geglüht, so erhält man eine Masse, die mit Säuren Schwefelwasserstoff entwickelt.

Durch Kali wird es in Ammoniak, schwefligsaures und essigsaures Kali verwandelt, durch Untersalpetersäure in Isäthionsäure (als deren Amid es betrachtet werden kann), Stickstoffgas und Wasser übergeführt.

Es ist auf mehrfache Weise künstlich darstellbar.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V, Fig. 1.

Vorkommen. Als Zersetzungsproduct der Galle, d. h. der Taurocholsäure, Hyotaurocholsäure und Chenotaurocholsäure, tritt das Taurin im Darminhalte und in den Excrementen auf; es wurde aber ausserdem im Blute, in Transsudaten, im Harne zuweilen bei Icterus, in den Muskeln des Dintenfisches und anderer Fische, in den Molluskenmuskeln, in den Organen verschiedener Plagiostomen, im Schliessmuskel der Auster, in den Nieren und im Lungengewebe verschiedener höherer Säugethiere, so wie im Pferdefleische aufgefunden. Aus der Taurocholsäure entsteht es durch Behandlung derselben oder der Galle selbst mit Säuren und bei der Fäulniss. Aehnlich wie Taurocholsäure verhalten sich Hyo- und Chenotaurocholsäure.

Vorkommen.

Cholin: $C_{10} H_{13} N O_2$. Sehr zerfliessliche alkalisch-reagirende Masse, welche aus der Luft Kohlensäure anzieht und damit ein schwierig krystallisirbares Salz bildet. Die salzsaure Verbindung giebt mit Platinchlorid ein in gelben Nadeln krystallisirendes Cholin-Platinchlorid: $C_{10} H_{13} N O_2, HCl + PtCl_2$.

Cholin.

Vorkommen. Diese organische Base ist bisher in der Schweins- und Rindsgalle in geringer Menge nachgewiesen.

Vorkommen.

Es erscheint am passendsten, hier anhangsweise auch die

Lithofellinsäure: $C_{40} H_{36} O_8$, abzuhandeln, da sie ebenfalls sehr wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct der Gallensäuren ist. Diese Säure krystallisirt in farblosen, kleinen sechsseitigen Prismen, ist unlöslich in Wasser, dagegen löslich in Alkohol, schmeckt bitter und zersetzt sich beim Erhitzen, nachdem sie zuerst geschmolzen ist. Mit Zucker und Schwefelsäure giebt sie die Reaction der Gallensäuren. Die Lösungen besitzen geringe rechtsseitige Polarisation. Die Salze mit alkalischer Base sind in Wasser löslich.

Lithofellinsäure.

Vorkommen. Die Lithofellinsäure ist ein Bestandtheil gewisser orientalischer Bezoare. Unter dieser Bezeichnung werden verschiedene Concretionen aus den Pansen gewisser Wiederkäuer verstanden. Die orientalischen Bezoare sollen von Capra aegagrus und Antilope Dorias stammen.

Vorkommen.

Zustände der Gallensäuren im Organismus. Die Gallensäuren sind in der Galle als Alkalisalze und zwar meist als Natronsalze in Lösung. Da diese Salze in Wasser löslich sind, so bedarf ihr Gelöstsein in der Galle keiner besonderen Erklärung. Auch jene geringen Mengen von Gallensäuren, die unter pathologischen Verhältnissen in anderen Se- und Excreten gefunden werden, kommen in gleicher Verbindung darin gelöst vor. Interessant ist es, dass die Galle der Seefische Kali als Basis ihrer Salze enthält, während bei den Landthieren die in der Galle enthaltenen Säuren an Natron gebunden erscheinen. — Von den Spaltungsproducten der Galle kommt das Taurin jedenfalls in Lösung vor, Choloidinsäure und Dyslysin dagegen, die im Darminhalt auftreten, finden sich in dem in Wasser unlöslichen Theile desselben.

Zustände der Gallensäuren im Organismus.

Abstammung der Gallensäuren. Die Gallensäuren werden

Abstammung der Gallensäuren.

erst im Organismus gebildet, und zwar sprechen die gewichtigsten Gründe dafür, dass die Bildung derselben nicht schon im Blute, sondern erst in der Leber erfolge, die demnach nicht etwa als ein bloss ausscheidendes, sondern als wirklich gallenbereitendes Organ erscheint. Ein sehr wichtiger experimenteller Beweis hierfür ist durch die Versuche von J. Müller und Kunde, sowie durch jene von Moleschott geliefert, welche ergaben, dass nach Exstirpation der Leber weder Icterus eintritt, noch sich die Gallensäuren und Gallenfarbstoffe im Blute nachweisen lassen und ebenso wenig in der Lymphe, im Harne und in den Muskeln. Die Gallensäuren finden sich ferner noch nicht im Pfortaderblute und wenn gallensaure Salze in kleiner Menge in die Pfortader injicirt werden, so gehen sie wenigstens zum Theile mit dem Blutstrome durch die Leber hindurch und verbreiten sich durch das ganze Blut. Einspritzen von Galle endlich durch die Vena pancreatica in die Pfortader ruft Icterus hervor (Kühne). Von nicht zu verkennender Bedeutung für die Function der Leber sind die Verhältnisse der Blutcirculation in diesem Organe. Nicht nur ergiebt sich aus einer Betrachtung derselben, dass der Blutumlauf nothwendig ein langsamer sein muss, sondern auch die Beschaffenheit des Blutes ist hier eine eigenthümliche; indem die Pfortader den grössten Theil des aus dem Magen, dem Darmcanal, dem Mesenterium, sowie des aus Pancreas und Milz abströmenden venösen Blutes aufnimmt, wird der Leber eine reichliche Menge Fett zugeführt, aber dieses Fett muss in derselben eine theilweise Verwendung finden, denn das aus der Leber abströmende Blut: das Lebervenenblut, ist viel ärmer an Fett, wie das Pfortaderblut. Berücksichtigt man endlich weitere Verschiedenheiten dieser beiden Blutarten: das Fehlen des Faserstoffs im Lebervenenblute, welches freilich von anderen Seiten in Abrede gestellt wird, sowie den Umstand, dass die Leber ein Kohlehydrat: das Glycogen, enthält, so kommt man zu folgenden Schlüssen: In der Leber findet ein ihr eigenthümlicher Stoffwechsel statt, es verschwindet in ihr ein Theil des ihr zugeführten Fettes und vielleicht auch des Faserstoffs des Blutes, dagegen tritt ein leicht in Zucker übergehendes Kohlehydrat und es treten die Bestandtheile der Galle darin auf, die im Blute nicht nachgewiesen werden können. Es ist daher wahrscheinlich, dass Faserstoff, Fett und andere Stoffe des Blutes zur Gallenbildung verwendet werden, es ist aber gewiss, dass letztere in der Leber selbst erfolgt. Die Glykogenbildung ist möglicherweise ein Nebenproduct der Gallenbereitung, entstanden durch Abspaltung aus einem noch zu ermittelnden Atomcomplexe. Aus der Vertheilung des Pfortader- und Leberarterienblutes in der Leber und zwar des ersteren in den Leberläppchen und des letzteren an den Schleimdrüsen der Gallengänge und um die vasa aberrantia hat man gefolgert, dass die Gallenbereitung durch das arterielle, die Zuckerbereitung aber durch venöses Blut vermittelt werde. Allein Unterbindung der Leberarterie hebt ebenso wenig die Gallen- und Zuckerbildung auf, wie Unterbindung der Pfortader, ja Katzen, denen die Leberarterie

unterbunden wurde, sonderten noch ebenso viel Galle ab, wie im normalen Zustande. Dass die beiden Gefässsysteme in ihrer gallen- und zuckerbildenden Function sich wenigstens bis zu einem gewissen Grade vertreten können, ergiebt sich auch aus von Chrzonszczewsky und Kühne angestellten Injectionsversuchen mit Indigcarmin. Wurde bei Hunden die Pfortader unterbunden und Indigcarmin injicirt, so erschien der Farbstoff in der Galle und den Gallencanälchen, ebenso aber, wenn vor der Injection die Leberarterien unterbunden wurden. Bei Unterbindung der Pfortader aber erschienen vorzugsweise die Gallengangsnetze im Centrum der Leberläppchen gefüllt, während nach Unterbindung der Leberarterie hauptsächlich die peripherischen Netze gefüllt waren, die des Centrums fast gar nicht. Es scheint demnach, dass der centrale Theil der Leberläppchen durch die Leberarterie, der pheripherische aber durch die Pfortader gespeist werde. Dass mit der Gallenbereitung in der Leber zugleich eine Blutverjüngung nebenher gehe, hat man aus verschiedenen histologischen Beobachtungen und namentlich aus der Thatsache erschlossen, dass das Lebervenenblut eine viel grössere Anzahl farbloser Blutzellen führt, wie das Pfortaderblut.

Auch pathologische Verhältnisse hat man für die Gallenbildung in der Leber geltend gemacht. Bei Erkrankung des Leberparenchyms: bei Fett- und Speckleber, bei der Lebertuberkulose, der einfachen und rothen Leberatrophie, bei granulirter Leber und bei Hepatitis kommt Icterus selten vor. Würde die Galle im Blute gebildet, so sollte man denken, dass durch die parenchymatöse Erkrankung des filtrirenden Organs der Uebertritt der Galle aus dem Blute in die Leber gehindert werden und dadurch Icterus entstehen müsste, ähnlich wie bei Verschliessung der Gallenwege Icterus entsteht.

Nach allem Diesem kann die Bildung der Galle und damit auch der Gallensäuren in der Leber als eine zweifellose Thatsache angesehen werden und es ist mindestens sehr wahrscheinlich, dass das Material dazu vom Leberarterien- und Pfortaderblute, aber vorzugsweise von letzterem geliefert werde. Fragen wir uns aber nun über den näheren Modus der Bildung der Gallensäuren, so gelangen wir sofort auf das bedenkliche Gebiet der Hypothese. Sehen wir vorläufig ganz ab von der Constitution der Gallensäuren und erwägen wir mit Berücksichtigung des vorhandenen Materials die Möglichkeiten, so sprechen zahlreiche physiologische und pathologische Erfahrungen für eine Betheiligung des Fettes bei der Bildung der Gallensäuren. Dafür sprechen: der Reichthum des Pfortaderblutes an Fett (vgl. oben); dann die von Bidder und Schmidt gemachten Beobachtungen, wornach sich die Gallenabsonderung bei hungernden Thieren täglich fast in derselben Proportion vermindert, in welcher das Fett im Körper schwindet. Statistische von denselben Beobachtern angestellte Berechnungen haben an Thieren die Mengen von Kohlensäure festzustellen versucht, die in der Lungenexhalation als Oxydationsproduct der Fette auftreten und daraus

Gründe für eine Betheiligung der Fette bei der Bildung der Gallensäuren.

12*

geschlossen, dass bei mit Gallenfisteln versehenen Thieren, bei welchen demnach die Galle nach aussen abfloss, eine gewisse Menge Kohlensäure in der Lungenexhalation fehlte, die demnach derjenigen entsprechen musste, die zur Gallenbildung verwendet wurde. Aus den Versuchen von Bidder und Schmidt ergiebt sich ferner, dass bei reicher Zufuhr von Albuminaten diese früher oxydirt werden, als die daneben aufgenommenen oder im Körper abgelagerten Fette. Würde die Galle durch alleinige Spaltung der Albuminate gebildet, so dürfte die Fettmasse mit Gallenfisteln versehener Hunde nicht abnehmen, während die Erfahrung das Gegentheil ergab. Zu demselben Resultate gelangten die beiden genannten Forscher durch Berechnung der zur Bildung der Gallensäuren nöthigen Kohlenstoffmengen, verglichen mit dem Kohlenstoffgehalte des in der Form von Albuminaten und Fetten dem Körper des Thieres zugeführten Nahrungsmaterials, wobei sich ein Verlust von Körperfett zur Bildung der nach aussen abfliessenden Galle verwendet als nothwendig herausstellte. Endlich sprechen dafür mehrere pathologische Verhältnisse. Die Erfahrung lehrt, dass in Krankheiten die Verminderung oder Vermehrung des Fettes immer in umgekehrtem Verhältnisse zur Gallenabsonderung steht. Polycholie ist mit rascher Abmagerung verbunden. In acuten und chronischen Krankheiten der Leber sammelt sich das Fett entweder bloss im Blute, oder im Blute und Zellgewebe an. So wurde von mehreren Beobachtern: Stewart Trail, Lecanu, Becquerel u. Rodier und Lehmann der Fettgehalt des Blutes bei Leberentzündungen, Icterus und bei mit Leberleiden combinirten Diabetes, übereinstimmend bedeutend vermehrt gefunden.

Wenn auch nicht alle für die Betheiligung der Fette bei der Bildung der Gallensäuren beigebrachten Gründe von gleichem Werthe sind und zum Theil selbst nur als Folgerungen an und für sich sehr schwankender Prämissen erscheinen, ja gewisse Thatsachen wie jene, dass Zufuhr von Fett keine unerlässliche Bedingung der Gallenbildung ist, — da mit fettfreiem Fleisch gefütterte Thiere reichlicher Galle absonderen, als bei jeder anderen Art der Fütterung, — dagegen sprechen, so machen sie doch eine Rolle der Fette bei der Bildung der Galle mindestens höchst wahrscheinlich; aber damit ist die Frage natürlich noch keineswegs gelöst; denn nimmt man auch als bewiesen an, dass Fette und Albuminate bei der Bildung der Galle concurriren, was übrigens noch keineswegs strict bewiesen ist, so entsteht immerhin die weitere Frage, in welcher Weise sich Albuminate und Fette dabei betheiligen. Wäre es gelungen, aus Fetten unter Mitwirkung von Albuminaten Gallensäuren künstlich zu erzeugen, so wäre die Frage freilich gelöst; allein diess ist nicht nur allein nicht der Fall, sondern es fehlen uns alle chemischen Thatsachen, die eine Beziehung zwischen Gallensäuren einerseits und Fetten und Albuminaten anderseits vom Standpunkte ihrer Constitution rechtfertigen würden. Wenn wir eine bestimmte Ansicht über die Constitution der Cholsäure, als des den Gallensäuren gemeinsamen stickstofffreien Paarlings

gewonnen, was leider keineswegs der Fall ist und wir gute chemische Gründe hätten, sie in Beziehung zu den Fetten zu bringen, so würde es sich immer noch darum handeln, die Bildung der stickstoffhaltigen Paarlinge: des Glycins und Taurins, zu erklären. Bei dem Fehlen so vieler Prämissen sind Hypothesen, wenngleich an und für sich von zweifelhaftem Werthe, doch in sofern nicht ohne Wichtigkeit, als sie Untersuchungen anzuregen und dadurch für den Fall selbst, dass sie sich nicht bewähren, die Wahrheit zu Tage fördern zu helfen geeignet sind. Von diesem Standpunkte aus ist die Hypothese Lehmann's jedenfalls sehr bemerkenswerth und darf nicht mit Stillschweigen übergangen werden.

Hypothese von Lehmann.

Lehmann schliesst aus der Thatsache, dass die Cholsäure bei der Behandlung mit Salpetersäure flüchtige Fettsäuren, Caprin- und Caprylsäure sowie Cholesterinsäure und bei der Behandlung mit Kalihydrat Palmitinsäure, Propionsäure, Essigsäure und Ameisensäure liefert, dass eine Beziehung zwischen der Oelsäure und der Cholsäure bestehen müsse, etwa in der Art, dass die Cholsäure mit einem der Cholesterinsäure polymeren Kohlehydrat gepaarte Oelsäure sei, also $C_{36}H_{34}O_4 \, . \, C_{12}H_6O_6$, oder dass im Radical der Oelsäure der Wasserstoff zum Theil durch mehratomige Radicale vertreten wäre und stellt auf Grundlage dieser und der physiologischen Prämissen die Hypothese auf, dass das flüssige, an Oelsäure reiche Fett des Pfortaderblutes zur Bildung der Cholsäure verwendet werde, während die stickstoffhaltigen Paarlinge: Glycin und Taurin aus dem Zerfall der Albuminate hervorgingen, wobei möglicherweise der Schwefel des in der Leber untergehenden Fibrins des Pfortaderblutes zur Verwendung käme. Der Kern dieser Hypothese ist die Annahme, dass die Cholsäure eine gepaarte Oelsäure sei. Allein für diese Annahme fehlen stricte Beweise und es ist überhaupt die Constitution der Cholsäure noch unaufgeklärt. Dass bei der Behandlung der Cholsäure mit Salpetersäure flüchtige Fettsäuren auftreten, kann unmöglich als Beweis für obige Annahme gelten, da zahlreiche organische Verbindungen sich ähnlich verhalten. Bedeutungsvoller wäre es, wenn Cholsäure bei der Behandlung mit Kalihydrat wirklich Palmitinsäure, Propionsäure u. s. w. gäbe, allein diese Angabe Lehmann's bedarf jedenfalls weiterer Bestätigung, um so mehr, als sie in keines der vollständigeren Lehr- und Handbücher der organischen Chemie übergegangen und ein Gewährsmann nicht angegeben ist. Aber gesetzt selbst, die Cholsäure wäre wirklich eine gepaarte Oelsäure und dadurch die Mitwirkung des Fetts bei der Bildung der Galle bewiesen, so bliebe immer noch die Bildung der stickstoffhaltigen Paarlinge unaufgeklärt. Wir können uns die Bildung der Cholsäure von jener ihrer Paarlinge nicht wohl getrennt erfolgend denken, etwa in der Art, dass die Cholsäure in der Leber und Glycin und Taurin „irgendwo" anders erzeugt würden, dagegen sprechen in Betreff des Glycins auch die weiter unten zu erwähnenden Versuche

von Kühne und Hallwachs über die Genesis der Hippursäure, welche allerdings nicht unbestritten geblieben sind (Folwarczny, Neukomm, Schultzen, Huppert, Horace Chase), — anderseits aber hat man in neuerer Zeit Taurin in den verschiedensten Organen, die mit der Leber nichts zu schaffen haben, nachgewiesen. Dass das Glycin aus dem Zerfalle von Albuminaten hervorgehe, ist möglich, findet aber in dem Verhalten der Albuminate ausserhalb des Organismus keine Stütze, denn es ist bisher noch nicht gelungen, aus wirklichen Albuminaten Glycin zu erzeugen, wohl aber erhält man es bekanntlich aus Leim und der Substanz des Badeschwamms. Noch weniger chemische Anhaltspunkte hat man für eine Bildung des Taurins aus Albuminaten, so dass die Meinung, es möge der Schwefel des in der Leber verschwindenden Blutfibrins zur Bildung des Taurins Verwendung finden, einer wissenschaftlichen Begründung gänzlich entbehrt. Interessant bleibt es aber jedenfalls, dass nach den Versuchen von Schottin Fibrin in Berührung mit Leberzellen und Traubenzucker sich ziemlich rasch auflöst und in eine opalisirende Flüssigkeit verwandelt. Es ist überhaupt sehr fraglich, ob wir uns die Bildung der Gallensäuren aus der Vereinigung zweier Factoren: der Cholsäure und des Glycins und Taurins, erfolgend zu denken haben, denn aus dem Zerfalle der Gallensäuren in Cholsäure einerseits und Glycin oder Taurin unter Wasseraufnahme anderseits, folgt noch keineswegs derselbe Weg der Bildung, ja es fehlt dafür auch jeder experimentelle Beweis; ausserhalb des Organismus vermögen wir Cholsäure mit Glycin in keiner Weise zu Glykocholsäure zu vereinigen, ja wir dürfen es keineswegs als Regel ansehen, dass sogenannte gepaarte Körper aus den Stoffen zusammengesetzt werden können, in welche sie zerfallen.

In der Lehmann'schen Hypothese haben wir nach dem Gesagten keineswegs einen auch nur ungefähren Ausdruck eines wirklichen Vorgangs zu sehen, sondern einfach einen Versuch, sich mit Benutzung des vorhandenen, aber leider spärlichen und theilweise unsicheren Materials ein in allgemeinen Umrissen bestehendes Bild der möglichen Vorgänge in der Idee zu gestalten. Ideen aber regen immer zu Forschungen an, jede Hypothese ist eine kategorische Aufforderung, sie durch das Experiment zu prüfen und von diesem Standpunkte aus können sie für die Entwickelung der Wissenschaft sehr fruchtbringend werden, gleichgültig, ob sie die Probe des Experiments bestehen oder nicht, denn negatives Wissen ist auch Wissen.

Hypothese von Schmidt.

Eine nicht minder erwähnenswerthe Hypothese hat C. Schmidt aufgestellt. Er macht bemerklich, dass Galle und Zucker möglicherweise intermediäre Oxydationsproducte in den Kreislauf aufgenommenen und hier zerlegten Fettes wären, indem aus Fettsäuren und Glycerin sich Zucker und Cholsäure bilden könnten. Denkt man sich nämlich im Glycerin $C_6 H_8 O_6 - HO = C_6 H_7 O_5$ $^1/_7$ H durch O substituirt, so erhält man den einfachsten Ausdruck für die Formel des Krümelzuckers $C_6 H_6 O_6$ und wenn man die Fettsäure mit dem Kohlenstofffactor 48

annimmt und sich darin 7 H durch 7 O ersetzt denkt, so erhält man die Formel der Cholsäure:

$$\text{Fettsäure} = C_{48}\,H_{40} \left\{ \begin{matrix} O_3 \\ H_7 \end{matrix} \right. \qquad \text{Cholsäure} = C_{48}\,H_{40} \left\{ \begin{matrix} O_3 \\ O_7 \end{matrix} \right.$$

Das Glycin lässt Schmidt aus der Substanz der Fettzellwand, sonach aus leimgebendem Bindegewebe entstehen. Bewiesen ist auch hier nichts, ausser durch die neuesten Untersuchungen, dass man aus Glycerin Alkohol erhalten, dass es demnach in der That in Zucker übergehen könne. Die Schmidt'sche Anschauung würde übrigens die Bildung von Zucker in der Leber erklären.

Endlich haben Frerichs und Städeler den Gedanken ausgesprochen, dass die Cholsäure eine gepaarte Säure sein möge, von einer mit der Ricinölsäure homologen Säure, $C_{34}\,H_{32}\,O_6$, und Saligenin, $C_{14}\,H_8\,O_4$.

Das Resumé aller dieser Betrachtungen ist wenig tröstlich; es lautet dahin, dass die Bildung der Gallensäure eine noch ungelöste Frage und daher ein Problem der Zukunft ist.

Umwandlungen im Organismus und Austritt.

Umwandlungen der Gallensäuren im Organismus und Austritt derselben. Unter normalen Verhältnissen finden sich die Gallensäuren in irgend erheblichen Mengen in den Excreten nicht wieder. Im Dünndarm lässt sich unveränderte Galle nachweisen, im Dickdarm dagegen finden sich nur mehr Zersetzungsproducte derselben. Im Hundekoth wies man Dyslysin, Choloidinsäure, Cholsäure und Cholesterin, aber weder Taurocholsäure noch Taurin und Glycin nach (Hoppe-Seyler). Nur im Rinderkothe wurde eine sehr geringe Menge Glykocholsäure nachgewiesen (Hoppe-Seyler). Die Gallensäuren erleiden demnach im Darme eine Umwandlung, die nach den Versuchen von Bidder und Schmidt und Hoppe-Seyler im untersten Theile des Dünndarms zwar bereits beginnt, aber erst im Dickdarm vollständig wird und wahrscheinlich derjenigen analog ist, welche die Gallensäuren durch Alkalien und durch Säuren erfahren. Ist aber letzteres wirklich der Fall, so müssen Taurin und Glycin irgendwo wieder resorbirt und im Blute verbrannt werden, da sie trotz ihrer scharfen Charakteristik weder in den Fäces noch im Harne aufgefunden wurden. Weiterhin entsteht aber die Frage, ob die in den Fäces auftretenden Spaltungscomponenten der Galle den Gesammtrest der in den Darm ergossenen Galle repräsentiren. Diess ist nun aber nach den in diesem Punkte übereinstimmenden Beobachtungen von Hoppe-Seyler, E. Bischoff und Huppert durchaus nicht der Fall. So fand Hoppe-Seyler in den Fäces eines Hundes nur 0,36 Grm. Cholsäure entsprechend 0,45 Taurocholsäure, während nach den von Bidder und Schmidt am Hunde ausgeführten Bestimmungen in der gleichen Zeit (in 24 Stunden) mindestens 4 Grm. Gallensäuren secernirt wurden. Nach E. Bischoff beträgt die Menge der in den menschlichen Fäces innerhalb eines Tages austretenden Gallenbestandtheile etwa 3 Grm., während nach Voit's

Berechnung in derselben Zeit etwa 11 Grm. Gallensäuren in der Leber abgesondert würden. Endlich hat Huppert nach Injection von Gallensäuren ins Blut von Hunden gefunden, dass dieselben aus dem Blute verschwinden, sich aber nur zum Theil im Harn und den Secreten, etwa zu $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Gesammtmenge wiederfinden. Auch machte Huppert darauf aufmerksam, dass bei Icterischen fortwährend Gallensäuren gebildet werden, während im Harn und Koth nur sehr geringe Mengen davon zum Vorschein kommen. Man muss daher, wie die Sachen gegenwärtig stehen, annehmen, dass ein grosser Theil der Galle irgendwo resorbirt und im Blute oxydirt werde. Diese Ansicht, welche Liebig schon vor einer Reihe von Jahren unter grossem Widerspruche zuerst aufgestellt und bei einer viel spärlicheren Grundlage von Thatsachen, durch seine wunderbare Combinationsgabe und seinen Scharfsinn als die richtige vertheidigt hat, kann jetzt weniger als je zurückgewiesen werden. Bidder und Schmidt, Nasse, Kölliker und H. Müller überzeugten sich, dass mit Gallenfisteln versehene Hunde zur Erhaltung ihres Körpergewichts weit mehr Nahrung bedürfen und C. Schmidt ermittelte durch umsichtig angestellte Versuche, dass bei mit Gallenfisteln versehenen Hunden, deren in einem gegebenen Zeitraume abfliessende Gallenmenge und die darin enthaltenen Gewichtsmengen von Kohlenstoff u. s. w. genau bestimmt waren, die durch die Galle entzogene Kohlenstoffmenge in den Respirationsausgaben fehlte, d. h. die exspirirte Kohlensäure annähernd um den Betrag vermindert war, der dem mit der Galle nach Aussen geführten Kohlenstoff entsprach; ebenso fand Schmidt auch den durch die Galle austretenden Wasserstoff in den Respirationsausgaben fehlen und dem durch den Abfluss der Galle gesetzten Stickstoffverlust entsprechend beobachtete er eine Abnahme des Harnstoffs im Harn. Zu demselben Resultate, dass nämlich ein grosser Theil der Galle vom Darme aus resorbirt werde, kamen Schmidt und Schellbach durch eine genauere Untersuchung des Darminhaltes und der Fäces. Man hat früher ziemlich allgemein angenommen, dass die Resorption der Galle schon vom Dünndarm aus erfolge, also bevor sie noch eine Spaltung erlitten habe. Dagegen hat man aber in neuerer Zeit nicht schlechthin von der Hand zu weisende Gründe ins Feld geführt; vor Allem die interessanten Versuche Röhrig's, aus denen folgt, dass Gallensäuren ins Blut injicirt, Verlangsamung der Herzschläge, ja Herzlähmung bewirken, während dieses constante Symptom durchaus nicht eintritt, wenn Gallensäuren in den Magen und das Jejunum von Thieren injicirt werden. Wohl aber zeigte sich dasselbe nach Injection der Gallensäuren in den Dickdarm. Ferner hat man darauf hingewiesen, dass Gallenfarbstoff, der ja mit der Galle vom Dünndarm aus ebenfalls ins Blut gelangen müsste, ins Blut gebracht, im Harne wieder erscheint, während unter normalen Lebensbedingungen derselbe im Harne fehlt, so wie dass die saure Beschaffenheit des Dünndarminhaltes wegen der fällenden Wirkung desselben die Resorption der Galle verhindern müsse. Obgleich wir diesen

Resorption der Galle.

Gegengründen volle Beweiskraft nicht zuzuerkennen vermögen, so erscheinen sie uns doch hinreichend, um die Frage als eine offene anzusehen, deren Lösung zukünftigen Untersuchungen vorbehalten ist. Dass die Gallensäuren im alkalischen Blute verbrannt werden können, muss aus den Versuchen von Huppert geschlossen werden und findet eine weitere Stütze in meinen Versuchen, welche ergaben, dass die Gallensäuren in alkalischer Lösung durch Ozon geradezu verbrannt werden.

Wir kennen die Zwischenproducte, welche sich bei der Oxydation der Gallensäuren im Blute bilden könnten, nicht, wir wissen daher nur so viel, dass endgültig der resorbirte Antheil der Galle in die Endproducte übergeführt wird, während der nicht zur Resorption gelangende Antheil derselben im Darme Zersetzungen erleidet und in Cholsäure, Choloidinsäure und Dyslysin verwandelt, durch den Darm den Körper verlässt.

Ueber Abstammung und Verwandlungen des in den Molluskenmuskeln und mehreren anderen thierischen Geweben vorkommenden Taurins wissen wir nichts.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Gallensäuren fällt mit jener der Galle zusammen und wird daher weiter unten erst besprochen werden; die physiologische Bedeutung des in gewissen Geweben isolirt vorkommenden Taurins ist unbekannt.

Literatur: Liebig: Thierchemie, S. 69 u. ff. — Lehmann: Lehrbuch d. physiol. Chem. 2te Aufl. Bd. I, S. 251. II, S. 74 u. ff. 102. — Derselbe: Zoochemie. 1858, S. 59 u. ff. — Derselbe: Handb. d. phys. Chem. 1859, S. 69. 264. — Donders: Physiologie. 1856. I, S. 238. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel, S. 54. 237 u. an versch. Stellen. — C. Schmidt: Charakteristik d. epid. Cholera. 1850, S. 163. — Schellbach: De bilis functione ope fistulae vesicae felleae indagata. Dissert. Dorpati. 1850. — Kunde: De hepatis ranar. exstirpatione. Berol. 1850. — Meckel: Müller's Arch. 1846. — Leidy: American Journ. of the med. science. Jan. 1848. — Moleschott: Arch. für physiol. Heilkunde. XI, S. 479. — Nasse: Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole. Progr. Marburgi. 1851. — Fr. Arnold: Zur Physiol. der Galle. 1854. — Kölliker u. H. Müller: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. V, S. 222 u. 2ter Bericht über die $18^{54}/_{55}$ in der physiol. Anst. der Universität Würzburg angest. Versuche. 1856. — Schottin: Arch. für physiol. Heilkunde. 2te R. II, S. 336. — Frerichs und Städeler: Mittheil. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. IV, S. 100. — W. Kühne: Virchow's Arch. XIV, S. 310. — Neukomm: Mittheil. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. März 1860, auch Annal. d. Chem u. Pharm. CXVI, S. 30. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XIII, S. 101. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXIV, S. 1. Chem. Centralbl. 1862, 273. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXI, S. 181. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXVI, S. 519. 628. — Derselbe: Journ. f. prakt. Chem. LXXXIII, S. 83. Juni 1863; Chem. Centralbl. 1863, S. 753. — Derselbe: Journ. f. prakt. Chem. LXXXIX, 1863. August, S. 257; Chem. Centralbl. 1864, S. 129. — A. Röhrig: Ueber den Einfluss der Galle auf die Herzthätigkeit. Dissert. Würzburg 1863; Arch. d. Heilkunde. 1863, S. 385. — Schultzen: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. 2te Hft. S. 204 — Chrzonszcewsky u. Kühne: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1864, S. 593. —

E. Bischoff: Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. XXI, S. 125. — H. Huppert: Arch. f. Heilkunde. Bd. V, S. 236. — Horace Chase: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. Hft. 3, S. 392. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXV, S. 218.

b. Gallenfarbstoffe.

Unter den Bezeichnungen: Biliphäin, Cholepyrrhin, Bilifulvin, Biliverdin hat man verschiedene aus Galle und Gallensteinen dargestellte Farbstoffe beschrieben und theilweise auch analysirt, welche aber als chemische Individuen zweifelhaft blieben und theilweise auch wohl als Producte der Untersuchungsmethoden anzusehen waren. In jüngster Zeit hat Städeler die Gallenfarbstoffe aus Gallensteinen genauer studirt und in dieses bisher dunkle Gebiet Klarheit gebracht. Wir folgen daher in der nachstehenden Beschreibung den Angaben des obengenannten Chemikers:

Bilirubin: $C_{32}H_{18}N_2O_6$.

Bilirubin.

Syn: Cholepyrrhin, Biliphäin, Bilifulvin, Hämatoidin. Amorphes orangegelbes Pulver, oder aus Schwefelkohlenstoff, Chloroform oder Benzol sich ausscheidend, klinorhombische rothe Prismen. Wenig löslich in Wasser, Alkohol und Aether, leicht löslich in kochendem Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Benzol. In Alkalien mit rothgelber Farbe löslich. Die alkalischen Lösungen färben sich an der Luft allmählich grün. Aus den alkalischen Lösungen wird es durch Salzsäure gefällt.

In wässerigen alkalischen Lösungen des Bilirubins ruft Zusatz von Salpetersäure, die salpetrige Säure enthält, oder ein Gemisch von reiner concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure zuerst eine grüne, dann blaue, dann violette, dann rothe und endlich gelbe Färbung hervor. Diese Reaction ist sehr empfindlich und dient zum Nachweise des Gallenfarbstoffs in gallenfarbstoffhaltigen Flüssigkeiten, icterischem Harn u. dgl. In kalter concentrirter Schwefelsäure löst sich das Bilirubin mit bräunlicher Farbe. Trägt man die Lösung in Wasser ein, so scheiden sich dunkelgrüne Flocken ab, die sich in Weingeist mit prächtig violetter Farbe lösen.

Das Bilirubin verbindet sich mit Alkalien und alkalischen Erden. Die ammoniakalischen Lösungen desselben werden durch Chlorcalcium, Chlorbaryum, Bleizucker, Bleiessig und salpetersaures Silberoxyd gefällt. Die Kalkverbindung ist getrocknet metallischglänzend dunkelgrün, zu dunkelbraunem Pulver zerreiblich.

Mikroskopische Abbildungen des Bilirubins (Hämatoidins) bei Funke: Atl. 2te Aufl. T. IX. Fig. 4.

Das Bilirubin wurde aus menschlichen Gallensteinen durch Extraction derselben mit Aether, Ausziehen des Rückstandes mit Wasser, verdünnter Salzsäure, dann mit Chloroform, worin sich das Bilirubin löst, in unreinem Zustande dargestellt. Rein wurde es erhalten, indem die Chloroformlösung abgedampft, der Verdampfungsrückstand mit Alkohol und Aether behandelt, dann wieder in wenig Chloroform gelöst und aus der Lösung durch Zusatz von Weingeist das Bilirubin gefällt wurde.

Es findet sich ausser den Gallensteinen, in welchen es an Kalk gebunden ist, in der menschlichen Galle und in jener verschiedener Thiere, wie Hunde und Katzen, ausserdem unter dem Namen Hämatoidin zuerst von Virchow genauer beschrieben, mikroskopisch krystallisirt in den verschiedensten Blutextravasaten. Die Identität des Hämatoidins mit Bilirubin scheint nicht mehr zweifelhaft (Jaffé, Brücke).

Biliverdin: $C_{32}H_{20}N_2O_{10}$.

Biliverdin.

Grünes Pulver, unlöslich in Wasser, Aether, Chloroform, löslich in Alkohol mit blaugrüner Farbe, löslich in Alkalien zu gesättigt grünen Lösungen, ebenso auch in kohlensauren Alkalien; aus den alkalischen Lösungen wird es durch Salzsäure in dunkelgrünen Flocken gefällt. Löslich in Eisessig und aus dieser Lösung sich in grünen wenig ausgebildeten rhombischen Blättchen ausscheidend. Die alkalischen Lösungen geben mit Salpetersäure dieselben Farbenveränderungen wie Bilirubinlösungen. Bei längerem Stehen der alkalischen Lösungen an der Luft verwandelt sich das Biliverdin in Biliprasin.

Das Biliverdin Städeler's wurde in Gallensteinen nicht aufgefunden, sondern aus dem Bilirubin dargestellt, indem man die alkalischen Lösungen des letzteren in flachen Gefässen längere Zeit an der Luft stehen liess, dann, nachdem die Flüssigkeit rein grün war, mit Salzsäure fällte, mit Wasser wusch und in Weingeist löste. Dieser Farbstoff ist jedenfalls in grüngefärbter Galle enthalten und wurde vielleicht nicht ganz rein von Heintz aus Gallensteinen dargestellt.

Der Uebergang des Bilirubins in Biliverdin beruht auf einer Oxydation unter gleichzeitiger Aufnahme von Wasser:

$$C_{32}H_{18}N_2O_6 + 2O + 2HO = C_{32}H_{20}N_2O_{10}.$$

Bilifuscin: $C_{32}H_{20}N_2O_8$.

Bilifuscin.

Fast schwarze, glänzende, poröse Masse, beim Zerreiben ein dunkelbraungrünes Pulver gebend. Wenig löslich in Wasser, Aether und Chloroform, leicht mit tief brauner Farbe löslich in Weingeist. Bei starker Verdünnung zeigt die Lösung die Farbe icterischen Harns. Löslich in verdünnten Alkalien, wird das Bilifuscin aus diesen Lösungen durch Säuren in braunen Flocken gefällt. In der ammoniakalischen Lösung erzeugt Chlorcalcium einen Niederschlag: die Kalkverbindung.

Dieser Farbstoff wurde in geringer Menge in menschlichen Gallensteinen gefunden und daraus dargestellt, indem man dieselben so behandelte, wie bei Bilirubin angegeben; die Bilirubin und Bilifuscin enthaltende Chloroformlösung wird verdunstet und der Rückstand mit absolutem Alkohol behandelt, welcher das Bilifuscin löst, das Bilirubin aber ungelöst lässt. Man verdunstet die alkoholische Lösung zur Trockne, digerirt den Rückstand zur Entfernung fetter Säuren mit Aether, hierauf mit Chloroform, löst abermals in absolutem Alkohol und verdunstet zur Trockne.

Ueber die Präexistenz dieses Farbstoffes in der Galle fehlen sichere Anhaltspunkte. Bilirubin könnte einfach durch Aufnahme von 2 Aeq. HO in Bilifuscin übergehen: $C_{32}H_{18}N_2O_6 + 2HO = C_{32}H_{20}N_2O_8$.

Biliprasin: $C_{32}H_{22}N_2O_{12}$.

Biliprasin.

Schwarze, glänzende, spröde Masse zu dunkelgrünem Pulver zerreiblich. Unlöslich in Wasser, Aether, Chloroform, löslich in Alkohol mit schön grüner Farbe, die auf Zusatz von Alkali in Braun übergeht. In den alkalischen Lösun-

gen erzeugen Säuren einen grünen Niederschlag. Die alkalischen Lösungen zersetzen sich an der Luft unter Abscheidung huminähnlicher Substanzen.

Biliprasin wurde in menschlichen Gallensteinen und in der Rindsgalle nachgewiesen, kommt aber wahrscheinlich auch im icterischen Harn vor. In den Gallensteinen findet es sich in dem Rückstande von der Behandlung derselben mit Aether, Wasser, Salzsäure und Chloroform. Man extrahirt denselben mit Alkohol, verdunstet die Lösung, behandelt den Verdunstungsrückstand mit Aether, dann mit Chloroform, löst abermals in wenig kaltem Alkohol und verdampft die Lösung.

Bilihumin.

Bilihumin hat Städeler den nach der Behandlung der Gallensteine mit Wasser, Aether, Salzsäure, Chloroform und Alkohol und ammoniakalischem Wasser bleibenden Rückstand genannt. Er wurde nicht in zur Analyse und näherer Untersuchung genügenden Reinheit und Menge erhalten.

Vorkommen der Gallenfarbstoffe.

Vorkommen der Gallenfarbstoffe. Von den beschriebenen Gallenpigmenten scheinen primär nur Bilirubin und Biliverdin in der Galle vorzukommen, die übrigen aber erst secundär aus diesen zu entstehen. Gallenfarbstoffe finden sich ausser der Galle, wenngleich meist schon verändert, in den Darmcontentis, den festen Excrementen und bilden mit Cholesterin, zuweilen aber auch für sich die Gallenconcremente. Unter pathologischen Verhältnissen, bei Icterus, treten sie im Blute und seinen Transsudaten, in der Milch, dem Harn, Speichel, Schweiss und endlich bei höheren Graden von Gelbsucht in die verschiedensten Gewebe imbibirt auf. Vorherrschend tritt das grüne Pigment in der Galle der Vögel, Fische und Amphibien auf, zuweilen aber ist es auch in der Galle des Menschen und der Säugethiere in vorwiegender Menge vorhanden. Robin und Verdeil wollen Biliverdin in der Placenta trächtiger Hündinnen zu Ende der Schwangerschaftsperiode nachgewiesen haben. Dass es Biliverdin und nicht Biliprasin ist, welches die grüne Färbung der Galle bedingt, muss daraus erschlossen werden, weil das Biliprasin in alkalischer Lösung braun ist und nur mit Säuren grün wird, daher also der alkalischen Galle nicht die grüne Farbe verleihen kann. Gallenpigment als Hämatoidin zuerst beschrieben, findet sich aber auch an von der Leber ganz entfernten Orten des Körpers, so namentlich in alten Blutextravasaten, in welchen das Blut längere Zeit stagnirte, in jenen geplatzter Graaf'scher Follikel, Gehirnextravasaten, obliterirten Venen, hämorrhagischen Milzinfarcten, Hautsugillationen, Aneurismen, Eiterhöhlen, Cystenflüssigkeiten der Mamma u. s. w.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Gallenfarbstoffe sind im Organismus unter normalen Verhältnissen in Lösung, doch besitzt namentlich das Bilirubin grosse Neigung sich auszuscheiden und ist daher in der Galle nicht selten zum Theil wenigstens aufgeschlemmt; daher die Thatsache, dass die Kerne von Gallenconcrementen fast immer aus Gallenpigment bestehen; zuweilen findet man auch ästige knotige Concremente in der Gallenblase und den Gallengängen, die fast nur aus Gallenfarbstoff bestehen. Nach längerer Retention der Galle in der Blase und bei

Blasencatarrh findet ebenfalls nicht selten Ausscheidung des Bilirubins in Krystallen statt. Das Hämatoidin hat man bisher immer in Krystallen oder amorphen Massen ausgeschieden beobachtet.

Abstammung.

Abstammung. Die Gründe, welche für die Bildung der Galle in der Leber geltend gemacht werden, sprechen natürlich auch für die Bildung der Gallenfarbstoffe in diesem Organe; die Art derselben aber und das Material, welches dazu verwendet wird, ist ebenfalls noch nicht mit voller Sicherheit ermittelt. Das Vorkommen des Bilirubins an von der Leber entfernten Orten als sogenanntes Hämatoidin, jenes des Biliverdins in der Placenta des Hundes, zeigen zur Genüge, dass dieselben auch ausserhalb der Leber und unabhängig davon gebildet werden können. Wie an solchen Orten das Bilirubin (Hämatoidin) gebildet wird, ist von Virchow genau verfolgt und festgestellt, dass es aus den Blutkörperchen durch allmähliche Umwandlungen derselben entsteht. Es kann überhaupt nicht geleugnet werden, dass die Farbstoffe der Galle viele Analogien mit dem Blutfarbstoff zeigen und aus gewichtigen Gründen eine Bildung der Gallenfarbstoffe aus dem Blutfarbstoffe mindestens sehr wahrscheinlich ist. Das, was sich für diese nun herrschende Ansicht anführen lässt, ist Folgendes: Im Blute, und namentlich in dem der Leber zuströmenden Pfortaderblute lässt sich Gallenfarbstoff nicht nachweisen, dagegen sprechen aber histologische Erfahrungen dafür, dass die Blutkörperchen des letzteren Blutes als alternde anzusehen sind, während die des Lebervenenblutes ihren histologischen Charakteren nach als jugendliche erscheinen; eine genaue Vergleichung des Hämatingehaltes des Pfortader- und Lebervenenblutes hat ergeben, dass das Pfortaderblut reicher an Hämatin ist, wie das Lebervenenblut, und dass wohl als natürliche Folge davon die Farbe des Pfortaderblutes sehr dunkel, jene des Lebervenenblutes auffallend hell und licht purpurviolett erscheint. Hält man diese Beobachtungen zusammen, so wird es allerdings sehr wahrscheinlich, dass in der Leber das Blut Veränderungen erleiden müsse, die sich namentlich auch auf seinen Farbstoff beziehen, der wenigstens zum Theil dort als solcher verschwindet. Für die Bildung der Gallenpigmente aus Hämatin oder Hämoglobin, oder wenn man will aus den Blutkörperchen sprechen auch die interessanten Versuche Kühne's, aus welchen folgt, dass alle jene Mittel, welche einen Uebertritt des Hämoglobins in das Plasma des kreisenden Blutes hervorrufen, demnach eine Lösung der Blutkörperchen bewirken, die Bildung von Gallenpigment und sein Auftreten im Harn veranlassen. Solche Mittel sind: Injection gallensaurer Salze, von Ammoniak, von Blut, welches man wiederholt aufthauen und gefrieren liess, von reichlichen Wassermengen (Kühne, Hoppe-Seyler, Hermann). Angesichts dieser Thatsachen ist es sicherlich nicht bedeutungslos, dass es die in der Leber gebildeten Gallensäuren sind, welche Blutkörperchen ganz besonders leicht auflösen. Wenn aber der rothe Farbstoff des Blutes sich bei der Bildung des Bilirubins be-

theiligt, so muss dabei Eisen irgendwie austreten, da letzteres kein Eisen enthält. Der von Brücke hervorgehobene Umstand, dass viele Wirbellose mit weissem Blute doch gefärbte Galle absondern, kann hier übrigens nicht verschwiegen werden.

Das nicht nur von Kühne, sondern auch von Frerichs, Neukomm und Städeler beobachtete Auftreten von Gallenpigment im Harn von Thieren, welchen Gallensäuren in das Blut injicirt wurde, hat Frerichs Veranlassung gegeben, diese Erscheinung im Zusammenhalte mit gewissen anderen Beobachtungen und klinischen Erfahrungen in anderer Weise zu deuten und anzunehmen, dass die Gallensäuren im Blute in Gallenfarbstoff umgewandelt würden. Die Hauptstützen dieser Ansicht waren die Nichtauffindung der Gallensäuren im Harne Icterischer und die von Frerichs und Städeler beobachtete Ueberführung der Gallensäuren in den Gallenpigmenten ähnliche Chromogene durch concentrirte Schwefelsäure. Seither hat man aber die Gallensäuren im Harne Icterischer nachgewiesen (Hoppe-Seyler) und Städeler selbst beobachtet, dass ähnliche Chromogene auch aus der stickstofffreien Cholsäure entstehen. Da nun Icterus nicht allein nach Injection von Gallensäuren, sondern auch von Wasser, Ammoniak etc. eintritt, so kann die Frerichs'sche Theorie nicht länger aufrecht erhalten werden.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen der Gallenfarbstoffe im Organismus und Austritt derselben. Betrachtet man die rothbraune Modification des Gallenfarbstoffes: das Bilirubin, als die primitive, wozu man gute Gründe hat, so erscheint als eine der ersten Verwandlungen dieses Pigments der Uebergang desselben in Biliverdin. Dass ein solcher Uebergang stattfinden könne, erscheint nach dem Verhalten des Bilirubins, welches durch blosse Berührung mit der atmosphärischen Luft ausserhalb des Organismus in Biliverdin übergeführt werden kann (vergl. oben S. 187 u. 188), und nach zahlreichen anderen Erfahrungen, worunter wir nur die Fälle von grüner Galle, grünen Stühlen, das Grünwerden des braun tingirten Gallenblasenschleims beim Trocknen an der Luft anführen wollen, unzweifelhaft. Es gestaltet sich dieser Vorgang aber auch vom theoretischen Standpunkte als ein einfacher; denn das Bilirubin bedarf, um in Biliverdin überzugehen, nur der Aufnahme von 2 O und 2 H O. Die einfache Relation, in welcher sämmtliche Gallenpigmente zu einander stehen, so wie die Möglichkeit des Ueberganges der verschiedenen Modificationen desselben ineinander ergiebt sich aus folgendem Schema Städeler's:

$$\underbrace{C_{32}H_{18}N_2O_6}_{\text{Bilirubin}} + 2HO = \underbrace{C_{32}H_{20}N_2O_8}_{\text{Bilifuscin}}$$

$$(+2HO+2O) \quad = \quad (+2HO+2O)$$

$$\underbrace{\underbrace{C_{32}H_{20}N_2O_{10}}_{\text{Biliverdin}} \qquad \underbrace{C_{32}H_{22}N_2O_{12}}_{\text{Biliprasin}}}_{\text{Bilihumin}}$$

Die weiteren Verwandlungen des Gallenfarbstoffs im Organismus sind übrigens wenig aufgeklärt. Man nahm an, dass die Farbstoffe der Galle an der Resorption der Gallensäuren in das Blut nicht Theil nehmen, sondern im Darme allmählich weiter verändert mit den Excrementen ausgeschieden werden. Richtig ist es, dass die unteren Parthien des Darms selten mehr durch Salpetersäure nachweisbaren Gallenfarbstoff enthalten und in den Excrementen ist er immer schon vollständig verschwunden, mit Ausnahme jener Fälle, wo in Folge profuser Darmsecretion die Galle nicht Zeit findet, resorbirt zu werden und daher ein grösserer Theil derselben durch den Darm ausgeschieden wird. Diess findet statt bei dem Gebrauche salinischer und scharfer Abführmittel und bei katarrhalischen Diarrhöen. Zuweilen sind auch, obgleich selten, die Excremente durch Biliverdin grün gefärbt.

Es muss zugegeben werden, dass die eigenthümliche Färbung der Fäces von verändertem Gallenfarbstoff herrühren kann, ja dass sie sogar sehr wahrscheinlich davon herrührt, allein ein stricter Beweis ist ebensowenig dafür, als für die Annahme geliefert, dass nur die Gallensäuren, nicht aber auch Gallenfarbstoff vom Darme aus ins Blut resorbirt und hier verbrannt werden.

Physiologische Bedeutung. Bei dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse vermögen wir den Gallenfarbstoffen nur die Bedeutung von Auswurfstoffen zuzuerkennen.

Physiologische Bedeutung.

Literatur: Berzelius: Lehrb. d. Chemie. 4te Aufl. Bd. IX, S. 281. — Fr. Simon: Handb. d. med. Chemie. Bd. I, S. 333. — J. Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. LIII, S. 377. — Hein: Journ. f. pr. Chem. XL, S. 47. — Heintz: Poggend. Annal. LXXXIV, S. 106. — Robin: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXVI, S. 89. — Robin et Verdeil: Traité de Chim. anat. et physiol. T. III, 386. — Virchow: Arch. f. path. Anat. 1847. I, S. 379. 439. — Derselbe: Verh. d. med. phys. Gesellsch. in Würzburg. I, S. 303. — Valentiner: Günsberg's Zeitschr. N. F. I. 46. — Brücke: Unters. zur Naturl. v. Moleschott. VI, S. 173. — Derselbe: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XXXV, S. 13. — Gubler: Gaz. méd. 1859 No. 34. — Jaffé: Arch. f. path. Anat. XXIII, S. 192. — Frerichs u. Städeler: Mittheil. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. IV. — Frerichs: Klinik d. Leberkrankh. 2te Aufl. — Städeler: Vierteljahrschr. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. VIII, S. 1863. — W. Kühne: Arch. f. path. Anat. XIV, S. 332. — Neukomm: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXVI, S. 30. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XXIV, S. 1. Chem. Centralbl. 1862, S. 273. — M. Hermann: De effectu sanguin. dilut. in urinae secretionem Berol. Dissert. 1859;

Arch. f. path. Anat. XVII, S. 451. — W. Kühne: Lehrb. der phys. Chem. 1866, 89. — Maly: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXII, S. 129.

Melanin. Schwarzes Pigment.

Melanin.

Tritt im normalen Organismus in Form sehr kleiner Körnchen, unter pathologischen Verhältnissen auch wohl in Gestalt schwarzer Krystalle auf, die flache rhombische Tafeln mit ausserordentlich spitzen Winkeln darstellen.

Unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und Essigsäure, schwer und unvollständig löslich in Alkalien, wird von concentrirten Mineralsäuren zersetzt, von Chlor nicht gebleicht. Beim Erhitzen auf Platinblech verbrennt es unter Hinterlassung einer eisenhaltigen Asche.

Die Zusammensetzung des auf verschiedene Weise erhaltenen Melanins ist keine constante. Scherer fand in 100 Theilen des schwarzen Pigments des Auges: Kohlenstoff 58,084, Wasserstoff 5,917, Stickstoff 13,768, Sauerstoff 22,231. Schmidt fand das schwarze Pigment aus pathologischen Lungen kohlenstoffreicher. Im schwarzen Augenpigment fand Lehmann 0,254 Proc. Eisen.

Vorkommen.

Vorkommen. Schwarze Pigmente treten auf: als Pigment der Dinte mancher Cephalopoden, als Augenschwarz: das Pigment der Choroidea, als schwarze Pigmente in melanotischen Geschwülsten, in den Lungen, Bronchialdrüsen, im Malpighi'schen Schleimnetz der Neger und endlich als schwarzer, sedimentirender Farbstoff pathologischen Harns.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das zunächst normal vorkommende schwarze Pigment des Auges tritt hier als körniger Inhalt polygonaler oder sternförmiger Zellen auf, in ähnlichem Zustande ist es übrigens auch in anderen Organen beobachtet, viel seltener als freie körnige Ablagerung in den Geweben. Dass es unter gewissen pathologischen Verhältnissen auch in Krystallen sich ausscheidet, wurde bereits weiter oben erwähnt. Bei niederen Thieren endlich, namentlich bei Fröschen und anderen Amphibien, überzieht es in ästigen Zellen oft Gefässe und Nerven und erscheint hier überhaupt besonders massenhaft.

Abstammung.

Abstammung. Die so ziemlich allgemeine Annahme, dass das Melanin vom Blutfarbstoff abstamme, ist mindestens sehr wahrscheinlich und findet namentlich auch in dem Eisengehalt des Melanins eine Stütze. Dass schwarze Pigmente in der That aus Blutkörperchen entstehen können, ist durch die histologischen Untersuchungen von Virchow und Kölliker über die Umwandlung isolirter Blutgerinnsel bei obliterirten Venen in Pigment und über das schwarze Pigment in den sogenannten Körnchenzellen für bewiesen anzusehen, während es dahin gestellt sein mag, inwiefern die von Hoppe aufgestellte Theorie der Bildung des schwarzen Pigments der Choroidea und Lungen den thatsächlichen Verhältnissen entspricht. Auf Grund seiner Beobachtungen an Froschlarven nimmt Hoppe an, dass anfänglich pigmentlose Zellen dadurch pigment-

haltig werden, dass sie sich durch einen Ausläufer mit den Capillargefässen in Communication setzen und auf diese Art ohne Extravasat oder Infiltration Blut in sie gelange, dessen Körperchen in den Zellen dann zu Grunde gehen und das Pigment frei werden lassen; dieses metamorphosire sich allmählich zu Melanin. Vom chemischen Standpunkte fehlt ein bestimmter Nachweis des Uebergangs von Blutfarbstoff in Melanin, wie überhaupt das Wie der Umwandlung unaufgeklärt ist.

Verwandlungen im Organismus.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Man weiss darüber nichts; dass das schwarze Pigment aber im Organismus Verwandlungen erleiden könne, geht aus dem von Moleschott beobachteten Verschwinden desselben in der Haut von Fröschen hervor, die 18 Tage lang in reinem Sauerstoffgas geathmet hatten.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Das schwarze Pigment der Choroidea ist optisch sehr wichtig für die Spiegelung der Lichtstrahlen im Auge; eine physiologische Bedeutung des an sonstigen Orten im Organismus normal vorkommenden schwarzen Pigments ist unbekannt und auch über das pathologisch abgelagerte sind wir noch nicht hinreichend aufgeklärt.

Literatur: Schlossberger: Vers. einer vergl. Thierchemie, S. 168 u. s. f.

Cholesterin:

$C_{52} H_{44} O_2$.

Cholesterin.

Krystallisirt in weissen, perlmutterglänzenden, sich fettig anfühlenden Blättchen. Unter dem Mikroskop erscheint es in dünnen, vollkommen durchsichtigen rhombischen Tafeln, deren Ränder und Winkel nicht selten unregelmässig ausgebrochen erscheinen. (Vergl. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VI, Fig. 1, 2, 3. Robin et Verdeil: Pl. XXXIV, Fig. 3, 4. Pl. XXXV, Fig. 1, 2, 3.) Geschmack- und geruchlos, vollkommen neutral, schmilzt bei 145° C., kann bei 360° C. unzersetzt sublimirt werden und liefert bei der trockenen Destillation ein angenehm nach Geranium riechendes Oel. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem Alkohol, woraus es sich beim Erkalten in Krystallen abscheidet, löslich endlich in Aether, Chloroform, Benzol und Steinöl. Aus der ätherischen Lösung scheidet es sich gewöhnlich in feinen, seideglänzenden Nadeln aus. Auch Seifenlösungen, fette Oele, sowie Auflösungen gereinigter Galle nehmen einen Theil davon auf. Seine Lösungen reagiren neutral, und lenken den polarisirten Lichtstrahl ihrem Gehalte an Cholesterin entsprechend nach links ab. Specif. Drehung für gelbes Licht — 32°.

Concentrirte Schwefelsäure und Jod, oder Chlorzink und Jod färben das Cholesterin blau bis violett.

Wird es mit einem Tropfen concentrirter Salpetersäure bei gelinder Wärme abgedampft und der gelbe Rückstand noch warm mit einem Tropfen Ammoniak übergossen, so entsteht eine tiefrothe Färbung (H. Schiff). Dampft man es mit eisenchloridhaltiger Salzsäure ein, so färbt sich der Rückstand prachtvoll violett (H. Schiff). Uebergiesst man Cholesterinkrystalle mit concentrirter Schwefelsäure, zerreibt und fügt Chloroform hinzu, so erhält man eine blutroth bis violett ge-

färbte Lösung, die durch Violett, Blau, Grün an der Luft wieder farblos wird. Salpetersäure wirkt ähnlich.

Seinem chemischen Verhalten nach erscheint das Cholesterin als einatomiger Alkohol und giebt mit Säuren unter Austritt von 2 Aeq. Wasser zusammengesetzte Aether. Durch concentrirte Schwefelsäure wird es unter rother Färbung in mehrere isomere Kohlenwasserstoffe zersetzt; durch Salpetersäure oxydirt liefert das Cholesterin neben flüchtigen Säuren der Formel $(CH)_n O_4$, worunter Essigsäure, Buttersäure und Capronsäure, — Cholesterinsäure, $C_{16} H_{10} O_{10}$, die auch bei gleicher Behandlung aus Gallensäuren erhalten werden kann.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Cholesterin ist zunächst ein Bestandtheil der Galle der höheren Thierclassen und der in den Gallengängen und der Gallenblase zuweilen sich bildenden Gallensteine, die oft bei Weitem zum grössten Theile aus Cholesterin bestehen. Allein es ist auch sonst im Organismus sehr verbreitet. Man hat es unter den in Aether löslichen Stoffen des Blutserums und der Blutzellen aufgefunden, es findet sich in nicht unerheblicher Menge in der Hirn- und Nervensubstanz, in der Milz, im Eidotter, in normalen Transsudaten, in der Hautsalbe, in dem Darminhalte und den Excrementen, endlich im Meconium; von pathologischer Bedeutung ist sein Vorkommen im Harn bei Icterus und Diabetes (Salisbury), in hydropischen Transsudaten, im Eiter, in Cysten und Echinococcusbälgen, in obsoleten Tuberkeln, degenerirten Ovarien und Hoden, Krebsgeschwülsten, im Auswurf Tuberkulöser, in krystallinischen Cataracten und in atheromatösen Bildungen der Gefässhäute. Auch in pflanzlichen Samen, namentlich in den Erbsen und Linsen wurde es neuerlichst aufgefunden, während man es früher als dem Thierreich ausschliesslich angehörig betrachtete.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. In Lösung kommt das Cholesterin in der Galle, im Blute und seinen Transsudaten vor; seit man weiss, dass dasselbe in Seifen, flüssigen Fetten, sowie in den Auflösungen der gallensauren Alkalien keineswegs unlöslich ist, hat dieser Umstand aufgehört unerklärlich zu sein. In den Nerven und im Gehirn ist es weder in Lösung noch krystallisirt, sondern Bestandtheil des Gewebes und in einer noch unaufgeklärten molekularen Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen desselben. Wir würden daher kaum anstehen dürfen, ihm in diesen Geweben eine histogenetische Bedeutung zuzuerkennen, wenn nicht die Möglichkeit vorläge, dass es aus diesen Geweben bei den zu seiner Isolirung eingeschlagenen Verfahrungsweisen erst aus irgend einem Bestandtheil abgespalten würde. Bei der jedenfalls sehr complexen Natur dieser Gewebe und unserer unvollkommenen Kenntniss ihrer Bestandtheile ist jedenfalls eine solche Möglichkeit nicht aus dem Auge zu verlieren. Zuweilen scheidet es sich aus der Galle als krystallinisches Sediment aus und in ähnlicher Weise in Krystallen abgeschieden trifft man es in den verschiedenen oben erwähnten pathologischen Producten, namentlich in den Gallensteinen.

Abstammung. Dass das Cholesterin im Thierkörper selbst erst erzeugt werde, erscheint trotz seines jüngst entdeckten Vorkommens im Pflanzenreiche kaum zweifelhaft. Allein über das Material und die Art seiner Bildung herrscht noch völliges Dunkel. Die Analogie in dem Verhalten der Gallensäuren und des Cholesterins gegen Salpetersäure legt es nahe, an einen Zusammenhang beider zu denken, allein weder ist es gelungen, Gallensäuren in Cholesterin zu verwandeln, oder umgekehrt, noch lässt sich theoretisch ein solcher Uebergang deuten. Ebensowenig hält die Hypothese: dass die constante Vermehrung des Cholesterins in Krankheiten und im höheren Alter, sowie sein Auftreten in obsolescirenden Exsudaten, in denen die Gefässthätigkeit sehr gering ist, darauf hindeute, dass es seine Entstehung und Vermehrung hauptsächlich einer Störung des Oxydationsprocesses im Blute verdanken möge, vor der Betrachtung Stand, dass nicht wohl anzunehmen ist, ein Stoff, der in den edelsten Organen, im Nerven- und Gehirngewebe, unseren gegenwärtigen Kenntnissen zufolge als ein integrirender und der Menge nach nicht sehr erheblichen Schwankungen unterworfener Gewebsbestandtheil auftritt und auch schon im Eidotter erscheint, werde einer von zufälligen Umständen abhängigen Hemmungsbildung seinen Ursprung verdanken. Die genetischen Beziehungen des Cholesterins erscheinen demnach trotz seiner so grossen Verbreitung im Thierkörper noch vollkommen räthselhaft.

Abstammung.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Die Verwandlungen, welche das Cholesterin möglicherweise im Organismus erleidet, sind vollkommen unbekannt. Nach den Untersuchungen von Flint, welcher es als ein Umsatzproduct der Nervensubstanz betrachtet, würde es aus dieser in das Blut übergehen, um in der Leber abgeschieden zu werden und mit der Galle in den Darm und von dort nach aussen zu gelangen. Eine directe Oxydation desselben im Blute erscheint seiner grossen chemischen Indifferenz halber wenig wahrscheinlich. Dass übrigens ein Theil des Cholesterins als solches den Körper verlässt, beweist in der That sein Vorkommen in den Excrementen und in der Hautsalbe (Smegma praeputii).

Verwandlungen im Organismus und Austritt.

Physiologische Bedeutung. Der constante Gehalt des Nervengewebes an Cholesterin und namentlich sein massenhaftes normales Auftreten im Gehirn liesse einen histogenetischen Charakter desselben vermuthen, allein wir haben bereits oben angedeutet, dass wir über die Form, in welcher es im Gewebe des Gehirns und der Nerven vorkommt, vollkommen im Dunkeln sind und es scheint demnach seine physiologische Bedeutung ebenso räthselhaft, wie seine übrigen Beziehungen im Organismus.

Physiologische Bedeutung.

Literatur: Vergl. bei Schlossberger: Vers. einer vergl. Thierchemie I. Nervengewebe 41. Sodann: Beneke: Studien über die Verbreitung, das Vorkommen etc. von Gallenbestandtheilen in den thierischen und pflanzlichen Orga-

nismen. Giessen 1862. — Derselbe: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXVII, S. 105. — Derselbe: Correspondenzbl. d. Ver. f. wissensch. Heilkunde. 1863. Nr. 61. — Flint: American journ. of the med. sc. 1862. T. XLIV, S. 305. — Salisbury: American journ. of the med. sc. 1863. T. XLV, S. 289. — Ritthausen: Chem. Centralbl. 1863, S. 560. — Lindenmeyer: Chem. Centralbl. 1864, S. 412.

Ambrain.

Ambrain.

Krystallisirt in zarten weissen Nadeln, schmilzt bei 35° C. (?) und ist unverändert sublimirbar. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem Alkohol, in Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Durch Salpetersäure wird es in eine stickstoffhaltige Säure, die Ambrafettsäure, verwandelt, wahrscheinlich eine Nitrosäure.

Die Zusammensetzung des Ambrains nähert sich der des Cholesterins, noch mehr aber der des Stearinsäure-Cholesterinäthers; es ist sehr möglich, dass es ein Aether des Cholesterins ist.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Ambrain ist ein Bestandtheil der Ambra: wahrscheinlich ein pathologisches den Darm- oder Gallensteinen analoges Product der Pottwale, zuweilen im Darmcanale dieser Thiere angetroffen, oder auf dem Meere schwimmend.

Castorin.

Castorin.

Krystallisirt in feinen Nadeln, und riecht schwach nach Castoreum. Es schmilzt in kochendem Wasser und verflüchtigt sich, wenn es mit Wasser destillirt wird, in geringer Menge. Löslich in absolutem Alkohol und Aether. Ist entzündlich und brennt mit Flamme. Salpetersäure soll daraus eine Nitrosäure erzeugen.

Seine Zusammensetzung ist unbekannt.

Vorkommen.

Vorkommen. Ist ein Bestandtheil des Castoreums oder Bibergeils, einer eigenthümlichen, stark riechenden weichen Substanz, welche in eigenen Beuteln eingeschlossen ist, die an den Geschlechtstheilen des Bibers (Castor Fiber) liegen.

Wachsarten.

Wachsarten.

Feste oder festweiche, zum Theil gefärbte, zum Theil ungefärbte Materien, brüchig in der Kälte, in der Wärme weich, knetbar, klebend, unter 100° C. schmelzend, von eigenthümlichem Glanze, leichter als Wasser, unlöslich darin, schwer oder unlöslich in kaltem Alkohol, löslich in Aether, brennbar und mit leuchtender Flamme brennend. Sie sind nichtflüchtig und werden, an der Luft erhitzt, zersetzt.

Ihrem chemischen Charakter nach sind sie theils Gemenge von Alkoholen und zusammengesetzten Aethern der höheren Glieder der Fettsäuren, theils aber auch freie fette Säuren enthaltend.

Sie sind theils thierischen, theils pflanzlichen Ursprungs. Zu ersteren gehören unzweifelhaft:

Wallrath, Cetaceum, Sperma Ceti. Wird aus dem in den Höhlen der Schädelknochen verschiedener Wale (namentlich Physeter- und Delphinusarten) vorkommenden Oele erhalten. Sein Hauptbestandtheil ist Palmitinsäure-Cetyläther.

Bienenwachs. Bildet bekanntlich die Substanz der Bienenzellen. Besteht aus einem in kochendem Weingeist löslichen und einem darin unlöslichen Theil. Ersterer besteht fast ganz aus Cerotinsäure, letzterer aus Palmitinsäure-Myricyläther.

Der Nachweis, dass die Bienen aus Zucker Wachs zu erzeugen vermögen, ist für die Frage der Fettbildung (vgl. S. 153) wichtig geworden.

Zuckerarten und verwandte Körper.

Traubenzucker: $C_{12}H_{12}O_{12} + 2$ aq.

Traubenzucker.

Krystallisirt selten in wohlausgebildeten Krystallen, meist in warzigen krümlichen Massen, die sich unter dem Mikroskop aus kleinen rhombischen Tafeln bestehend erweisen. Der Traubenzucker schmeckt süss, ist in Wasser und wässerigem Weingeist löslich und bewirkt in seinen Lösungen eine Ablenkung der Polarisationsebene des Lichtes nach rechts und zwar dreht eine frisch kalt bereitete Lösung stärker nach rechts, als eine heiss oder eine bereits längere Zeit bereitete Lösung; eine heiss bereitete wässerige Lösung, oder eine solche, welche bereits längere Zeit gestanden hatte, zeigt für gelbes Licht die constante specifische Drehung $+ 56^0$. Bei 100^0 C. schmilzt er unter Verlust seines Krystallwassers, in höherer Temperatur bräunt er sich und verwandelt sich in Caramel, $C_{12}H_9O_9$. In noch höherer Temperatur wird er vollständig zersetzt und liefert Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas, Essigsäure, Aceton, Aldehyd, Furfurol und andere Producte, worunter ein bitter schmeckender Stoff: Assamar. Mit Basen verbindet er sich zu wenig constanten Saccharaten und mit Chlornatrium giebt er eine schön krystallisirte Doppelverbindung von der Formel $C_{12}H_{12}O_{12}$, NaCl + aq.

Erhitzt man eine Traubenzuckerlösung mit Aetzkali, so färbt sie sich braun; setzt man hierauf Salpetersäure zu, so entwickelt sich ein Geruch nach gebranntem Zucker und Ameisensäure (Moore's Zuckerprobe).

Aus Kupferoxydlösungen scheidet der Traubenzucker bei Gegenwart freier Alkalien schon in der Kälte, rascher bei gelindem Erwärmen rothes Kupferoxydul, oder gelbes Kupferoxydulhydrat ab (Trommer's und Fehling's Zuckerprobe).

Basisch-salpetersaures Wismuthoxyd wird bei Gegenwart von kohlensaurem Natron von Zuckerlösung beim Kochen zu Wismuthsuboxyd reducirt (Böttger's Zuckerprobe). Aus Silber-, Gold- und Quecksilberlösungen scheidet der Zucker beim Kochen die Metalle aus.

Werden Traubenzuckerlösungen mit neutraler Indigolösung bis zur schwach blauen Färbung versetzt, kohlensaures Natron tropfenweise bis zur schwach alkalischen Reaction hinzugefügt und zum Kochen erhitzt, so geht die Farbe der Lösung durch Violett in Gelb über, wenn man jede Bewegung vermeidet. Schütteln ruft die blaue Färbung wieder hervor (Mulder-Neubauer'sche Zuckerprobe).

Mit concentrirter Schwefelsäure bildet er Zuckerschwefelsäure, Salpetersäure verwandelt ihn in Zuckersäure und Oxalsäure, mit concentrirten Säuren und mit Zinnchlorid abgedampft wird er in schwarze, humusähnliche Materien verwandelt. Durch Oxydationsmittel wird aus dem Traubenzucker Ameisensäure erzeugt. Ozon verwandelt ihn in alkalischer Lösung in Ameisensäure und Kohlensäure, durch Schmelzen mit Kalihydrat geht er in Essigsäure, Propionsäure, Kohlensäure und Oxalsäure über.

Mit Bierhefe bei gewöhnlicher Temperatur in verdünnter Lösung hingestellt, zerfällt er in Alkohol und Kohlensäure, unter gleichzeitiger Bildung geringer Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure.

In Berührung mit faulenden thierischen Membranen und faulenden stickstoff-

haltigen Materien überhaupt geht er zuerst in Milchsäure und dann in Buttersäure über.

Unter nicht genau studirten Bedingungen erleiden Traubenzuckerlösungen die schleimige Gährung, wobei er unter gleichzeitiger Bildung von Milchsäure und Mannit in eine schleimige celluloseähnliche Materie übergeht.

Vorkommen.

Vorkommen. Traubenzucker wurde bisher gefunden und zwar normal: im Dünndarminhalt (nach dem Genusse zucker- oder stärkmehlhaltiger Nahrungsmittel), im Chylus, im Blute, im Muskelgewebe, in der Lymphe, im Weissen und im Dotter des Eies der Vögel, in der Amnios- und Allantoisflüssigkeit der Pflanzenfresser, in der Leber, dem Lebervenenblute, in der Thymus, im Harn des Fötus der Kuh und des Schafes, im Harn schwangerer Frauen; pathologisch: bei Diabetes mellitus in grossen Mengen im Harn, im Blut, im Speichel, im Erbrochenen, im Schweiss, in Nieren, Lungen und Milz und in den Fäces.

In neuerer Zeit hat man Traubenzucker in sehr geringer Menge als normalen Harnbestandtheil angesprochen (Blot, Brücke, Bödeker, Bence-Jones, Tuchen, Iwanoff), allein einerseits hat Iwanoff schon das constante Vorkommen des Zuckers im Harn Gesunder in Abrede gestellt und anderseits Friedländer über diese Frage eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche, deren Richtigkeit natürlich vorausgesetzt, zu dem Schlusse führen, dass im Harne allerdings eine Kupferoxydsalze reducirende und auch in anderen Reactionen mit dem Zucker übereinstimmende Substanz vorkomme, welche aber kein Traubenzucker sei. Die Gährungsprobe fällt damit mindestens zweifelhaft aus und die Lösung derselben verliert nach dem Einleiten von Chlor rasch ihre reducirende Wirkung, nicht aber durch Behandlung mit einer concentrirten Jodkalium-Jodlösung, während sich Traubenzucker gerade umgekehrt verhält.

Es darf überhaupt nicht verschwiegen werden, dass häufig der Nachweis des Zuckers in thierischen Geweben etc. nur durch die Anstellung der Zuckerreactionen geführt wurde, nicht aber durch Reindarstellung, Analyse und weitere Prüfung desselben, so dass es überhaupt auch nicht immer sicher ist, ob der vorhandene Zucker auch wirklich Traubenzucker war.

Eine merkwürdige Beobachtung von Cl. Bérnard dürfte am passendsten hier ihre Stellung finden. Dieser Physiologe hat gefunden, dass Muskeln und ebenso die Lungen des Kalbsfötus, wenn sie bei 15 bis 20° C. im Wasser aufbewahrt wurden, Milchsäure bildeten; geschah aber die Maceration bei niederer Temperatur (4 bis 6° C.) oder unter Weingeist, so fand sich gährungsfähiger Zucker. Auch mit Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschene Fötusgewebe producirten immer noch Zucker. Aehnlich wie der Fötus des Kalbes verhält sich der des Schafes, der Katze, des Hundes, des Kaninchens. Vom fünften Monate des Intra-Uterinlebens nimmt diese Egenthümlichkeit des Gewebes ab und erlischt gegen den achten bis neunten Monat.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Traubenzucker ist in den Flüssigkeiten und Geweben, in denen er nachgewiesen wurde, sicherlich in Lösung enthalten.

Abstammung.

Abstammung. Der im Körper der höheren Wirbelthiere vorkommende Zucker stammt von mindestens zwei verschiedenen Quellen; ein Theil desselben hat in der von aussen zugeführten Nahrung seinen Ursprung, ein anderer aber wird im Organismus selbst erst erzeugt Die Nahrungsmittel, welche zwar keinen Zucker, aber Stärkmehl enthalten, geben zur Bildung von Zucker dadurch Veranlassung, dass gewisse thierische Secrete die Eigenschaft haben, Stärke mehr oder minder energisch in Zucker zu verwandeln. Dazu gehören Speichel und pankreatischer Saft. Die Umsetzung des Stärkmehls der Nahrung erfolgt nur sehr allmählich; in der Mundhöhle bei der Einspeichelung des Bissens bereits beginnend, wird sie beim Uebergang des Speisebreies in den Zwölffingerdarm besonders energisch durch den pankreatischen Saft vermittelt, während der Darmsaft dabei keine Rolle zu spielen scheint.

Ausser diesem von der Nahrung abstammenden Zucker findet sich im Organismus auch noch solcher, der hier erst erzeugt wird und zwar in der Leber und im Muskel. Zwar hat man behauptet, dass in dem lebenden Thiere die normale Leber keinen Zucker enthalte (Pavy, Meissner, Ritter), und derselbe erst nach dem Tode aus dem Glykogen entstehe und sicher ist es, dass in der frischen Leber der Zuckergehalt gewöhnlich sehr gering ist, ja wie auch von der Gegenseite zugestanden wird, zuweilen ganz fehlt; aber den Zuckergehalt der Leber überhaupt sowie jenen bedeutenden des Lebervenenblutes gegenüber dem geringen des Pfortaderblutes einfach als Leichenerscheinung aufzufassen und das Verhältniss des Zuckers im Lebervenen- und Pfortaderblute auf die durch die Unterbindungen gesetzten Kreislaufsstörungen in der Leber zurückzuführen, scheint uns weiter gegangen, als dem gegenwärtigen Stande der Frage entspricht. Jedenfalls ist letzterer nicht der Art, dass bei völlig unvermitteltem Widerstreit der auf Beobachtung fussenden Meinungen in derselben jetzt schon ein entscheidendes Urtheil zu fällen wäre.

Der Muskelzucker bildet sich jedenfalls im Muskel selbst und ist ein Umsatzproduct des Muskelgewebes. Dafür spricht, dass sich derselbe auch in Muskeln findet, aus welchen alles Blut durch Wasserinjection entfernt wurde, sowie die Gegenwart desselben im Fleische eines längere Zeit ausschliesslich mit Fleisch gefütterten Thieres (Meissner). Für die Bedeutung des Muskelzuckers als eines Umsatzproductes der Albuminate des Muskels, spräche auch die von J. Ranke beobachtete Vermehrung desselben nach Muskelarbeit; jedoch ist die Beweiskraft der von Ranke angestellten Versuche nicht völlig ausreichend, um jeden Zweifel zu beseitigen.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen des Traubenzuckers im Organismus und Austritt desselben. Unter normalen Bedingungen wird kein Zucker als solcher aus dem Organismus ausgeschieden, indem derselbe im Körper eine Reihe von Umwandlungen erleidet, deren Producte zum Theil wenigstens noch Arbeit im Körper thun, bevor sie zu Kohlensäure und Wasser oxydirt aus demselben durch Lunge und Haut austreten. Der von aussen eingeführte, oder der durch die Wirkung der thierischen Fermente auf die Amylacea der Nahrung gebildete Zucker wird zum Theil, bevor er noch ins Blut resorbirt wird, in Milchsäure und Buttersäure verwandelt, eine Umsetzung, die er ja bekanntlich auch ausserhalb des Organismus in Berührung mit thierischen Membranen erleidet. Nach Zuckergenuss reagirt der Inhalt des Zwölffinger- und Leerdarms ziemlich stark sauer und es lässt sich darin Milchsäure nachweisen, während im Cöcum zwar auch Milchsäure, aber vorwiegend Buttersäure gefunden wird. Der von den Darmcapillaren und zum geringeren Theile von den Chylusgefässen als solcher resorbirte Zucker, in das Blut gelangt, wird hier rasch den Endproducten der Oxydation entgegengeführt. Zahlreiche Versuche haben die Thatsache ausser allen Zweifel gesetzt, dass der Zucker im Blute ausserordentlich rasch verschwindet. Der in beträchtlicher Menge vom Darm aus aufgenommene Zucker ebensowohl wie der in der Leber gebildete häuft sich niemals im Blute an, ja selbst dann, wenn er ins Blut injicirt wird, wird er innerhalb desselben sofort weiter zersetzt und gelangt nicht in den Harn, so lange die Menge desselben im Blute 0,4 Proc. nicht übersteigt. Kann es demnach als ausgemacht gelten, dass der Zucker im Blute rasch zersetzt wird, so fragt es sich zunächst, welches seine Zersetzungsproducte sind. Man hat angenommen, dass er im Blute direct zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werde, von anderer Seite wird das bezweifelt und geglaubt, dass er noch Zwischenproducte liefere, während Robin und Verdeil sowie Pavy ihn im Blute in Milchsäure übergehen lassen. Abgesehen davon, dass letztere Annahme durch nichts bewiesen ist, spricht für eine directe Oxydation des Zuckers im Blute auch die von mir beobachtete Thatsache, dass Traubenzucker wie Rohrzucker in schwach alkalischen Lösungen durch Ozon stetig aber langsam in Kohlensäure und Ameisensäure verwandelt werden, und dass bei diesen Versuchen niemals die Bildung anderer Zwischenproducte beobachtet werden konnte. Der Zucker gehört in seinem Verhalten zu Ozon zu einer Reihe von Substanzen, welche in neutralen Lösungen nicht bemerkbar dadurch verändert, in alkalischen eine Art Verwesungsprocess durchmachen, d. h. davon im Allgemeinen sehr langsam angegriffen werden, so dass immer ein Theil noch unzersetzt ist, während ein anderer bereits vollkommen oxydirt erscheint; dieser Process verläuft aber im Ganzen nicht so langsam, dass aus der Dauer desselben ein Argument gegen einen analogen Vorgang im Blute geschöpft werden kann. Für die Oxydation des Zuckers im Blute spricht auch deutlich genug die wiederholt constatirte Thatsache (Reg-

nault und Reiset, Pettenkofer und Voit), dass bei Nahrung mit stärkmehl- oder zuckerreichen Stoffen von dem eingeathmeten Sauerstoff ein bedeutend grösserer Theil in der Form von Kohlensäure wieder erscheint, wie bei Fleischnahrung.

In jüngster Zeit hat man, allerdings nur unter pathologischen Verhältnissen, bei Diabetes, Morbillen, Scharlach, Typhus, Pneumonie und Hydrocephalus Aceton im Harn und im Blute aufgefunden (Petters), welches, wie kaum zu bezweifeln ist, von Zucker stammte, ohne dass die Modalitäten seiner Bildung im Geringsten aufgeklärt wären. Auf die Gründe, welche einen Uebergang des Muskelzuckers in Milchsäure wahrscheinlich machen, werden wir weiter unten (bei Milchsäure) näher eingehen

Hoppe nimmt auf seine Untersuchungen gestützt an, dass bei der normalen Ernährung der ins Blut resorbirte Zucker sich zwar nicht selbst in Fett umwandle, aber mittelbar zur Fettbildung beitrage, indem er den Albuminaten den zu ihrer weiteren Oxydation nöthigen Sauerstoff entziehe. Die alte Erfahrung, dass Kohlehydrate gleichzeitig mit Albuminaten genossen, mästen, würde hierdurch ihre Erklärung finden. Wir haben die Frage der Fettbildung übrigens so umständlich erörtert, als es der Plan dieses Werkes überhaupt zuliess.

Diabetes.

Während im Normalzustande des Organismus der Zucker im Blute vollkommen zersetzt wird, und daher höchstens Spuren desselben in den Excreten erscheinen, tritt unter gewissen pathologischen Verhältnissen Zucker im Harne und zahlreichen anderen Se- und Excreten auf, vor Allem in Folge einer noch heute räthselhaften Krankheit: der sogenannten Zuckerharnruhr, Diabetes mellitus, dann aber, in wo möglich noch räthselhafterer Weise, bei dem sogenannten künstlichen Diabetes, wie er nach traumatischer Verletzung des Bodens der vierten Hirnhöhle und zwar an einer gewissen Stelle (Bérnard's Versuch, Piqûre), nach Injection von Zucker in das Blut in solcher Menge, dass der Zuckergehalt des Blutes über 0,4 Proc. steigt (Lehmann), von Aether, Ammoniak, verdünnter Phosphorsäure, von Glykogen (Pavy), nach Vergiftung mit Curare (bei Fröschen und Kaninchen, wenn bei letzteren das Leben durch künstliche Respiration unterhalten wird (Winogradoff), nach Kohlenoxydgasvergiftung, bei Druck auf die Leber oder Congestion dieses Organs, Unterbindung der Pfortader und auf andere Weise mehr einzutreten pflegt. Obgleich man über die Gründe des Auftretens von unzersetztem Zucker in den Se- und Excreten, bei Diabetes u. s. w. vielfach discutirt und zahlreiche Versuche zur Begründung der verschiedenen Theorien angestellt hat, so ist die Frage doch bis zur Stunde noch nicht gelöst. Vor Allem sind zwei Fälle möglich: Entweder ist beim Diabetes die Zuckerproduction des Organismus so sehr gesteigert, dass die für seine weiteren Umsetzungen gegebenen Bedingungen nicht mehr ausrei-

chen; — oder umgekehrt es wird nicht mehr Zucker wie gewöhnlich erzeugt, aber die Bedingungen seiner Verbrennung im Organismus fehlen. Jede dieser Ansichten hat ihre Vertreter gefunden, die dieselbe, so gut es ging, durch Gründe zu stützen suchten, allein für keine ist ein entscheidender Beweis geliefert. Die Versuche Mialhe's, aus denen er folgerte, dass Mangel an Alkalien im Blute Grund des Diabetes sei, indem wegen dieses Mangels an Alkali die Oxydation des Zuckers im Blute nicht erfolgen könne, hat vor der experimentalen Kritik ebenso wenig Stand gehalten, wie die Theorie Alvaro Reynoso's, die den Diabetes aus einer verlangsamten Respiration ableitete. Immerhin aber ist es von grosser Bedeutung für die Erklärung des Diabetes, dass, wie Pettenkofer und Voit an einem Diabetischen nachgewiesen haben, die absorbirten Sauerstoff- und die excernirten Kohlensäuremengen zwar scheinbar normal waren, aber nur unter der Voraussetzung, dass die Menge der aufgenommenen Nahrung auch eine normale war. Das ist aber bei Diabetischen, die durch unersättlichen Appetit, ja wahre Gefrässigkeit ausgezeichnet sind, nicht der Fall, und es erscheint somit die aufgenommene Menge Sauerstoff nicht genügend, die abnorm grosse Nahrungsmenge zu oxydiren. Mit der Voraussetzung, dass der aufgenommene Sauerstoff bei dem Diabetischen nicht hinreichte, um nur den aus den Kohlehydraten der Nahrung entstandenen Zucker zu verbrennen, war das Verhältniss des aus der Luft aufgenommenen und des mit der Kohlensäure exspirirten Sauerstoffs in Uebereinstimmung, es war nämlich: 100 : 73; bei Hunger und Fleischnahrung ist es wie wir weiter unten kennen lernen werden: 100 : 75, bei Verbrennung von Kohlehydraten, aber 100 : 120.

Die von Cl. Bérnard aufgestellte zuckerbereitende Function der Leber legt es nahe, den Grund des Diabetes in einer excessiven zuckerbereitenden Thätigkeit der Leber zu suchen und es lässt sich nicht leugnen, dass diese Theorie mehrere Erscheinungen dieser Krankheit genügend erklärt, allein die von Pavy, Ritter und G. Meissner auf das Bestimmteste vertretene Ansicht, dass in der Leber während des Lebens überhaupt normal kein Zucker gebildet werde, müsste ebenso bestimmt widerlegt sein, ehe man die Bérnard'sche Theorie ernstlich in Betracht zieht. Diabetes ist nach Pavy hinwiederum die Folge eines durch abnorme Ernährungs- und Circulationsverhältnisse bedingten Uebertritts des Glykogens in das Blut, wo es sofort in Zucker verwandelt werden soll. Dass unter normalen Verhältnissen dieser Uebertritt nicht erfolgt, erklärt Pavy aus der geringen Diffusionsfähigkeit des Glykogens. Pavy's Theorie fusst auf einer Reihe unbewiesener Hypothesen, von welchen jene, wornach der ins Blut gelangende Zucker dort überhaupt nicht oxydirt wird, mit wohl begründeten Thatsachen im Widerspruche steht.

Wenn man annimmt, dass in Folge einer eingreifenden Störung der Assimilation, beim Diabetes aus den stickstoffhaltigen oder stickstoff-

freien Nahrungsstoffen Zucker gebildet werde, der in Folge einer relativ ungenügenden Menge von Sauerstoff nicht zu verbrennen vermag, so verhält sich ein Diabetischer wie ein Hungernder oder ein mit einer Darmfistel Behafteter; es erklärt sich der unersättliche Hunger zur Genüge. Aber bei der Entstehung des Diabetes scheint jedenfalls auch die Leber betheiligt; denn wenn man Kaninchen mit Arsenik vergiftet, wobei das Glykogen vollkommen aus der Leber verschwindet und hierauf die Piqûre ausführt, so enthält der Harn keinen oder nur Spuren von Zucker. Das Resultat ist dasselbe, wenn man statt des Diabetesstichs die Curarewirkung benutzt und das Leben der Thiere durch künstliche Respiration im Gange erhält (Saikowsky). Auf die pathologisch-anatomischen Gründe für die Betheiligung der Leber beim Diabetes einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Noch dunkler wie der sogenannte natürliche Diabetes ist die Genese des auf so verschiedene Weise erzeugten künstlichen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Wenn man die Verwendung eines Theils des dem Körper von aussen zugeführten und des im Organismus erzeugten Zuckers zur Fettbildung für erwiesen hält, so ergiebt sich die histogenetische Bedeutung desselben von selbst. Ebenso wird der übrige im Blute direct weiter umgesetzte Zucker durch diese seine Umsetzung ein wichtiger Factor zur Entwickelung der thierischen Wärme, er wird dadurch zum Respirationsmittel (s. unten). Ob übrigens der in Milchsäure und Buttersäure im Darm umgesetzte, durch diese seine Umsetzungsproducte irgend welche andere Arbeit noch im Körper verrichtet, ist ebenso unaufgeklärt, wie die Bedeutung seiner Production in der Leber.

Literatur: Alvaro-Reynoso: Compt. rend. XXXIII, p. 410. XXXIV, p. 18. — v. Babo u. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. II, S. 321. — v. Becker: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V, S. 137. — Bence-Jones: Chem. quarterly. journ. T. XIV, p. 22. — Cl. Bérnard: Nouvelle fonction du foie. Paris 1853. — Deutsch von Schwarzenbach. Würzburg. 1853. — Derselbe: Leçons de physiol. expériment. Paris 1856. T. II, p. 322. — Derselbe: Arch. général. de Med. T. XVIII, p. 303, Mémoir. de la soc. de biologie. 1849. p. 121. — Derselbe: Compt. rend. et Mém. de la soc. de biologie. 1849, p. 24. 1851, p. 144. — Derselbe: Compt. rend. XXVIII, p. 373. — Derselbe: Leçons sur les effets des substances toxiques. Paris 1857, p. 161. — Cl. Bérnard et Barreswil: Compt. rend. XXVII, p. 514. XXXI, p. 572. — Friedländer: Arch. d. Heilk. 1865. Bd. VI, S. 97. — Bouchardat: Compt. rend. 1851. p. 33 u. 543. — Bouchardat et Sandras: Compt. rend. 1845. XX, p. 143, 303, 1026. — Brücke: Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. XXIX, S. 346. Bd. XXXIX, S. 10. Wien. med. Zeitschr. 1858. Nro. 10 bis 13. Wien. med. Wochenschr. 1858. Nro. 10 bis 12. — Chauveau: Compt rend. 1856. I. Nro. 21. — Frerichs u. Städeler: Verhandl. d. naturforsch. Gesellsch zu Zürich. III. — Harley: British and foreign med. chir. review. Vol. XXXIX. 1857. — Derselbe: Gaz. hébdomad. 1862. Nro. 18. — Blot: Compt. rend. XLIII, p. 676. - Heynsius: Holl. Beiträge. 1857.

Bd. I, S. 242. — Derselbe: Die Quelle des Leberzuckers. Stud. d. phys. Inst. in Amsterdam. Bd. I, S. 57. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. X, S. 140. — Iwanoff: Die Glycosurie der Schwangeren. Dissertation. Dorpat 1861. — Jeannel: Gaz. méd. de Paris. 1857, p. 20. — Kersting: Dissert. inaug. Lipsiae 1844. — A. W. Kühne: Ueber künstl. Diabetes bei Fröschen. Dissert. Göttingen 1856. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. Bd. XXXII, S. 536. — Lehmann: Phys. Chemie. Bd. I, S. 375. — Zoochemie. 381, 65. — Ber. d. k. s. Gesellsch. d. W. zu Leipzig. 1850. Bd. III, S. 139. — Ebendas.: 1856. Bd. VII, S. 2. — Derselbe: Schmidt's Jahrb. f. d. g. Med. 1858. Bd. XCVII, S. 1. — J. Liebig: Thierchemie. 1846. S. 102. — Mc. Donnell: Compt. rend. LX, p. 963; Americ. journ. of med. science. 1862. XLIII, p. 214. XLVI, p. 523. — R. L. Maly: Wien. med. Wochenschrift. 1862. Nro. 21. — Meissner: Götting. Nachr. 1861. Nro. 15. 1862. Nro. 20. Magendie: Compt. rend. XXX, p. 191. — Derselbe: On the nature and treatment of Diabetes. London 1862. Guy's Hosp. Reports. 1861. p. 197. 209. — Mialhe: Compt. rend. XXX. — Mialhe et Contour: Compt. rend. XIX. 1844. p. 111. — Michéa: Compt. rend. XXXIII, p. 606. — Mosler: Beitr. zur Kenntniss der Urinabs. Dissert. 1853. Giessen. Oré: Compt. rend. 1856. Nro. 9. — W. Pavy: Guy's Hosp. Reports. III, p. 1. u. Schmidt's Jahrb. XC, S. 275. — Derselbe: Guy's Hosp. Reports. IV, p. 291. 315. — Pettenkofer u. Voit: Sitzungsber. d. Münchn. Akad. 1865. Bd. II, 224. — Petters: Prag. Vierteljahrschr. LV, S. 81. — Pfeufer u. Löwig: Zeitschr. f. rat. Med. Bd. I, S. 451. — Poggiale: Compt. rend. XLII, p. 198. 1856. Nro. 5. — J. Ranke: Tetanus. Eine physiol. Studie. Leipzig 1865. — Ritter: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. XXIV, S. 65. — Saikowsky: Med. Centralbl. 1865, S. 49. 353. — Sanson: Journ. de Physiol. Bd. I, S. 244. 1858. — M. Schiff: Nachr. der Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1856. S. 241. — Schrader: Nachr. der Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1857. Nro. 15. März 59. — C. Schmidt: Charakteristik d. epid. Cholera. Mitau u. Leipzig. 1850. S. 161. — Schunck: Philos. Mag. 1862. Nro. 153, p. 179. — Stokvis: Bijdragen tot te kennis von de suckerforming in de lever. Dissert. 1856. Utrecht. — Derselbe: Wien. med. Wochenschr. 1857, S. 235. — Derselbe: Stud. d. phys. Inst. in Amsterdam. Bd. I, S. 113. — Tuchen: Arch. f. path. Anat. XXV, S. 267. — Uhle: De saccharo in urinam aliquamdiu transeunte. Dissert. Lipsiae 1852. — De Vries: Bijdrage tot de kenniss de suikers. Dissert. Gröning. 1862. — Winogradoff: Arch. f. path. Anat. Bd. XXIV, S. 600. Bd. XXVII, S. 543.

Milchzucker: $C_{12}H_{11}O_{11} + aq.$

Milchzucker.

Milchweisse, spiegelnde, vierseitige, mit vier Flächen zugespitzte Säulen, hart und zwischen den Zähnen knirschend. Schmeckt schwach süss, ist in kaltem Wasser schwerer löslich als Rohr- und Traubenzucker, löst sich leicht in kochendem Wasser, ist aber unlöslich in Alkohol und Aether. Seine heiss bereitete wässerige Lösung dreht die Polarisationsebene nach rechts und es ist die specif. Drehung derselben $+ 58,2^0$; kalt bereitete Lösungen drehen etwas stärker, aber nach längerem Stehen verschwindet diese stärkere Drehung. Bis auf 130° C. erhitzt, verliert er sein Krystallwasser, stärker erhitzt geht er in das braune amorphe Lactocaramel: $C_{12}H_{10}O_{10}$, über. Mit Basen bildet er Saccharate, reducirt schon in der Kälte alkalische Kupferoxydlösungen, besitzt aber ein geringeres Reductionsvermögen wie Traubenzucker. Bei dieser Reduction werden saure Producte gebildet (Gallactinsäure u. Pectolactinsäure). Verdünnte Säuren verwandeln den Milchzucker in Lactose: eine direct gährungsfähige Zuckerart, welche aber von Traubenzucker in Krystallform.

Rotationsvermögen (specif. Drehung + 83,3°) und durch die Unfähigkeit, sich mit Kochsalz zu verbinden, abweicht. Salpetersäure verwandelt ihn in Weinsäure, Schleimsäure und Oxalsäure.

Durch Hefe geht er zuerst in Lactose über, dann aber in Weingeist und Kohlensäure; faulende stickstoffhaltige Materien verwandeln ihn in Milch- und Buttersäure.

Vorkommen. Milchzucker ist bisher nur im Thierreiche und mit voller Sicherheit auch hier nur in der Milch der Säugethiere aufgefunden worden. Ueber die wechselnden Mengenverhältnisse dieses Milchbestandtheils verweisen wir auf den III. Abschnitt unter Milch.

Vorkommen.

Zustände im Organismus. Der Milchzucker ist in der Milch in einfacher Lösung enthalten und kann daraus nach Abscheidung des Caseins und Fetts durch blosses Abdampfen krystallisirt erhalten werden.

Zustände im Organismus.

Abstammung. Dass der Milchzucker erst im Organismus erzeugt wird, geht unwiderleglich aus dem Umstande hervor, dass er demselben von aussen nicht zugeführt wird, ausser bei Milchgenuss und dass der mit der Milch zugeführte schon im Darm weitere Veränderungen erfährt. Aus dem ausschliesslichen Vorkommen desselben in der Milch ergiebt sich übrigens zur Genüge, dass er erst in den Brustdrüsen gebildet werden müsse und es fragt sich nur, aus welchen Materialien er hier entsteht. Diese Frage ist nicht mit Sicherheit gelöst, allein wenn es ausserhalb des Organismus bisher auch nicht gelungen ist, Traubenzucker in Milchzucker überzuführen, so sprechen doch einige Thatsachen für die Bildung desselben aus Traubenzucker unter Bedingungen, die wir ausserhalb des Thierkörpers nicht herzustellen vermögen. v. Becker beobachtete nämlich, dass säugende Kaninchen, denen er Traubenzuckerlösung in das Blut injicirte, weit weniger Zucker und nur auf kürzere Zeit durch den Harn ausschieden, als nicht säugende und Cl. Bérnard fand in der Milch weiblicher Kaninchen und Hunde, denen grosse Mengen Traubenzucker oder Rohrzucker ins Blut injicirt, oder die durch die Piqûre diabetisch gemacht waren, immer nur Milchzucker, während sich sonst in allen Flüssigkeiten Traubenzucker vorfand. Anderseits aber ist wohl ins Auge zu fassen, dass durch diese Experimente eigentlich nur bewiesen wird, dass unter Bedingungen, wie die der Injection von Traubenzucker ins Blut, die also weit entfernt sind, normale zu sein, letzterer in Milchzucker übergehen könne. Möglicherweise könnte die Bildung des Milchzuckers in der Milchdrüse Folge einer Spaltung der Albuminate sein und es wäre diese Annahme mit unseren Anschauungen über die Constitution der Albuminate im Einklange, während die Annahme, der Milchzucker entstehe aus Traubenzucker, an und für sich plausibel genug, immer auf eine Schwierigkeit stösst, nämlich die, dass sie voraussetzt, es werde der Brustdrüse während der Milchsecretion mit dem Blute eine Menge von Traubenzucker zugeführt, die zur Bildung des

Abstammung.

in der täglich secernirten Milch enthaltenen Milchzuckers hinreichend erscheint, was wieder voraussetzen würde, dass während der Thätigkeit der weiblichen Brustdrüse der in der Leber gebildete und der aus den Kohlehydraten der Nahrung erzeugte Zucker im Blute nicht so rasch und vollständig verschwände, wie es unter gewöhnlichen Bedingungen der Fall ist.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt aus demselben. Der Milchzucker kehrt, insofern die Milch säugender Thiere wieder resorbirt wird, in den allgemeinen Kreislauf zurück und wird hier wahrscheinlich in ähnlicher Weise weiter verwandelt, wie Krümelzucker. Wenigstens hat man nach dem Entwöhnen und bei dem Verschwinden der Milch aus den Brustdrüsen, den Milchzucker als solchen im Blute oder anderen thierischen Flüssigkeiten nie nachgewiesen. Wird er in der Milch von aussen her dem Organismus zugeführt, so verschwindet er schon im Darme ziemlich rasch und verhält sich im Darmcanal überhaupt ganz analog dem Traubenzucker. Cl. Bérnard ist der Ansicht, dass eine bestimmte Quantität Milchzucker im Darm als solcher zur Resorption gelangen könne, allein er fand, dass er in Berührung mit Pankreassecret sehr bald in Traubenzucker übergehe. Dem ganz entsprechend hat Frerichs nach Fütterung mit Milch ein sehr rasches Verschwinden des Milchzuckers aus dem Magen beobachtet. Dafür, dass sich der Milchzucker im Blute ähnlich dem Krümelzucker verhält, sprechen auch Injectionsversuche. Aehnlich wie Traubenzucker verschwindet er im Blute so lange, bis seine Menge in selbem eine gewisse Höhe erreicht hat, dann aber geht er in den Harn als Traubenzucker über.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Milchzuckers ist die eines Bestandtheils der Milch, nämlich die eines wichtigen Nahrungsmittels. Der Ernährungswerth der Milch wird wesentlich durch die darin enthaltene bestimmte Mischung von Albuminaten, Kohlehydraten, Fetten und Salzen repräsentirt.

Literatur: Lehmann: Lehrb. der phys. Chem. 2te Aufl. Bd. I, S. 277. Bd. III, S. 255. — Dubrunfaut: Compt. rend. T. XLII, p. 228. — Pasteur: ebendas. S. 347. — Schrötter u. Lieben: Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. XVIII, S. 180. — v. Becker: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. V, S. 161. — Frerichs: Die Verdauung: Handwörterb. d. Physiol. Bd. III, S. 1. — Cl. Bérnard: Nouvelle fonction du foie. Paris 1853. p. 59. — Derselbe: Arch. général de méd. Janvier 1863.

Inosit: $C_{12} H_{12} O_{12} + 4$ aq. (kryst.)

Inosit.

Meist blumenkohlartig gruppirte, zuweilen aber auch einzeln anschiessende und dann 3 bis 4''' lange Krystalle, dem klinorhombischen System angehörend. Ver-

wittern an der Luft, schmecken deutlich süss, sind in Wasser leicht löslich, schwer in Weingeist, unlöslich in Alkohol und Aether. Der Inosit wird durch Kochen mit Säuren oder mit Alkalien nicht verändert, seine wässerige Lösung gährt mit Bierhefe nicht, ist optisch unwirksam und löst Kupferoxydhydrat, ohne es beim Kochen und bei Gegenwart von Alkalien zu reduciren. In Berührung mit faulenden Albuminaten verwandelt er sich in Milch- und Buttersäure. Beim Erhitzen auf Platinblech verbrennt er ohne Rückstand. Längere Zeit mit concentrirter Salpetersäure behandelt, geht er in Nitroinosit über, der Silberoxyd und Kupferoxyd reducirt.

Wird Inosit auf Platinblech mit etwas Salpetersäure vorsichtig fast zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Ammoniak und einem Tropfen Chlorcalciumlösung versetzt und vorsichtig zur Trockne abgedampft, so entsteht eine lebhaft weinrothe Färbung, die noch $^1/_{30}$ Gran Inosit erkennen lässt (Scherer's Probe.)

Wird eine inosithaltige Flüssigkeit bei gelinder Wärme nahe zur Trockne verdampft und ein Tröpfchen einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd hinzugefügt und vorsichtig zur Trockne gebracht, so erhält man einen gelblichweissen Rückstand, der bei weiterem vorsichtigen Erwärmen dunkelrosenroth wird. Beim Erkalten verschwindet die Färbung, kommt aber durch Erwärmen wieder zum Vorschein. (Gallois's Probe.)

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V, Fig. 3.

Vorkommen. Der Inosit wurde bisher gefunden: im Herzmuskel, im Pferdefleische, im Ochsenblute, in der Echinococcusflüssigkeit von Schafen, im Gewebe der Leber, der Lunge, der Milz, der Nieren, im Gehirn, und pathologisch im Harn bei Morbus Brighti, nach dem Gebrauche von Drasticis im Stadium der Urämie, bei Diabetes, wo zuweilen Inosit allmählich an die Stelle des ursprünglich vorhanden gewesenen Traubenzuckers tritt, nach Ausführung der Piqûre, wo ebenfalls zuweilen statt des Traubenzuckers Inosit auftrat, bei Gehirntumoren (Schultzen), bei einem Cholerareconvalescenten (Dönitz), und endlich in den willkürlichen Muskeln von Säufern in sehr erheblicher Menge. Im Herzmuskel der betreffenden Leichen war Inosit nicht nachzuweisen, dagegen fand sich in einem Falle eine kleine Menge im Zellgewebssaft (Valentiner).

Vorkommen.

Zustände im Organismus. Der Zustand des Inosits im Organismus ist nach Allem, was wir von ihm wissen, wohl der der einfachen Lösung.

Zustände im Organismus.

Abstammung. Auch über die Abstammung des Inosits herrschen Zweifel. Dass er im Organismus selbst erst erzeugt wird, dürfte wohl mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, obgleich er im Pflanzenreiche ebenfalls ziemlich häufig vorkommt (Vohl, Marmé). Sein Vorkommen in so verschiedenen Organen lässt keine Deutung zu, die wahrscheinlicher wäre wie die, dass er ein Umsetzungsproduct der Albuminate sei, wodurch er allerdings zu einem der regressiven Stoffmetamorphose angehörigen Factor würde und in der nächsten Unterabtheilung erst besprochen werden sollte. Allein der von Vohl beobachtete merkwürdige Fall eines Diabetes inositus, wo Inosit nach Traubenzucker im Harn auftrat, lässt im-

Abstammung.

merhin die Möglichkeit seiner Bildung aus irgend einem Kohlehydrat zu, während anderseits durch nichts bewiesen ist, dass er als ein rein excrementieller Körper aufzufassen sei, dem keine weitere Bedeutung im Körper mehr zufiele.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Der Inosit ist kein Bestandtheil normaler Excrete, er muss daher im Organismus weitere Verwandlungen erfahren. Dass er dabei ähnliche Producte liefern werde, wie die eigentlichen Zuckerarten, ist mindestens wahrscheinlich, gewiss aber, dass seine Endproducte keine anderen sein können, wie Kohlensäure und Wasser. Sehr wahrscheinlich ist es ferner, dass eines seiner Zwischenproducte die im Thierkörper ebenfalls so sehr verbreitete Milchsäure ist. Dafür spricht einerseits die Leichtigkeit, mit der er in Buttersäure und Milchsäure zerfällt und anderseits das häufig gleichzeitige Vorkommen beider, was so zu verstehen ist, dass wo bisher Inosit nachgewiesen wurde, sich auch Milchsäure findet, nicht aber umgekehrt.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist, wie sich schon aus Obigem zur Genüge ergiebt, völlig unaufgeklärt.

Literatur: Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXIII, S. 322; Bd. LXXXI, S. 375. — Vohl: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. C, S. 125. Bd. CI, S. 50. — Cloëtta: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XCIX, S. 289. — W. Müller: Ann. d. Chem. u. Pharm Bd. CIII, S. 140. — Neukomm: Inaug. Dissert. Zürich. 1859. — Valentiner: Arch. d. wissensch. Heilkunde. Bd. V, S. 63. — Gallois: de l'Inosurie. Paris. 1864. — Marmé: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXIX, S. 222. — Limpricht: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXXIII, S. 297. 300. — C. Schultzen: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. Nr. 1. S. 25. — Naunyn ebendas: Nr. 4. S. 417.

Scyllit

nennen Frerichs und Städeler einen von ihnen in mehreren Organen der Plagiostomen, am reichlichsten in den Nieren des Rochen und Haifisches, aber auch in der Leber und Milz dieser Thiere aufgefundenen Stoff, der dem Inosit sehr ähnlich ist, sich aber davon durch nachstehende Charaktere unterscheidet:

Krystallisirt in abweichenden Krystallformen, hat kein Krystallwasser, ist schwer löslich in Wasser und giebt nicht die Scherer'sche Inositreaction. In Salpetersäure ohne Zersetzung löslich. Zusammensetzung unbekannt.

Literatur: Städeler: Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXXIII, S. 48.

Glykogen. Zuckerbildende Substanz der Leber.

Glykogen.

Gereinigt ein schneeweisses, mehlartiges Pulver, unter dem Mikroskop vollkommen amorph, geschmack- und geruchlos, quillt in Wasser kleisterartig auf und löst sich beim Erwärmen rasch zu einer opalisirenden Flüssigkeit, welche auf Zu-

satz von Aetzkali klar wird. Die wässerigen Lösungen zeigen starke rechtsseitige Circumpolarisation (etwa 3 mal so stark wie Traubenzucker, Hoppe-Seyler). In Alkohol und Aether unlöslich. Jod bewirkt maronenbraune bis dunkelrothe Färbung. Speichel, Pancreassaft, Lebersaft, Blut, Diastas und verdünnte Säuren verwandeln es sehr rasch in Traubenzucker; Salpetersäure giebt in der Kälte Xyloidin, beim Kochen Oxalsäure. Wird zuweilen in Gestalt einer gelblich-weissen, gummiähnlichen Masse erhalten, deren übrige Eigenschaften sonst keine wesentlichen Verschiedenheiten darbieten. Glykogenlösungen lösen Kupferoxydhydrat, beim Erwärmen wird letzteres aber nicht reducirt. Von Kupferoxyd-Ammoniak wird das Glykogen gelöst und durch Salzsäure aus der Lösung wieder gefällt.

Die Analysen verschiedener Präparate führten zu den Formeln: $C_{12}H_{10}O_{10}$, $C_{12}H_{12}O_{12}$, $C_{12}H_{14}O_{14}$.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Glykogen, welches nach Obigem in seinen Eigenschaften ungefähr zwischen Stärke und Dextrin die Mitte hält, findet man vor Allem in der Leber und zwar als constanten Bestandtheil derselben, so lange das Organ normal functionirt. Bei Krankheiten dieses Organs aber und Ernährungskrankheiten überhaupt verschwindet das Glykogen, wie es anderseits auch darin bei Embryonen erst in einem bestimmten Stadium ihrer Entwickelung gleichzeitig mit der Gallenbildung auftritt. Das Glykogen verschwindet nicht aus der Leber, wenn die Thiere ausschliesslich mit Fleisch gefüttert werden. Während der Periode des Fötallebens tritt, wie Cl. Bérnard gefunden hat, diese Substanz ebenfalls auf und zwar bei Nagern: Kaninchen, Meerschweinchen u. dergl., in einer zwischen mütterlicher und embryonaler Placenta gelegenen Zellenmasse, bei Wiederkäuern in, die innere Fläche des Amnion überziehenden Zellen, welche aber im dritten bis vierten Monat des Embryonallebens schwinden. Ferner findet sich Glykogen in vielen anderen embryonalen Organen, namentlich in embryonalen Lungen, Knorpeln, Muskeln und Epithelien (Rouget). Nicht auffinden konnte es Cl. Bérnard in den serösen Häuten und ebensowenig in den Drüsen, während es sich in den mit Epithelium überkleideten Drüsenausführungsgängen vorfand; ebenso fand es Cl. Bérnard im Muskelgewebe zu jener Periode, wo die histologischen Elemente desselben sich deutlich zu entwickeln beginnen. Sowie aber die definitive Bildung des Epitheliums beginnt, gegen den dritten oder vierten Monat, verschwindet das Glykogen allmählich. Glykogen wurde ferner nachgewiesen: in den Hoden von Hunden unmittelbar nach der Castration, in musculären und anderen pathologischen Neubildungen, in den Lungen bei Pneumonie mit eitriger Infiltration, in Leber, Gehirn und Hoden bei Diabetes (Grohe), während Kühne in einem exquisiten Diabetes es nur in der rechten Lunge nachzuweisen vermochte. Endlich enthalten nach den Versuchen von Poggiale, die er als Mitglied einer Commission der Akademie zur Prüfung einiger Angaben Figuier's und Sanson's anstellte, die Organe (Fleisch) herbivorer Thiere, vorzugsweise bei sehr reichlicher Fütterung mit Amylaceis, zuweilen Glykogen, aber immer ist die Menge desselben in diesen Organen geringer, wie in der Leber.

Die mancherlei Angaben von Figuier, Sauson u. A., wonach das Glykogen mit Dextrin identisch wäre, welches aus dem Blute und von der Nahrung stamme und nicht allein in der Leber, sondern auch in anderen drüsigen Organen, in den Muskeln, im Pfortaderblute sogar nachgewiesen werden könne, beruhen, wie jetzt als entschieden anzusehen ist, auf Irrthum, und sind von der Kritik auf dem Wege des Experimentes wiederlegt.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Glykogen ist nach den Untersuchungen von Schiff, mit denen auch die von Cl. Bérnard an embryonalen Geweben gemachten Beobachtungen übereinstimmen, nicht in Lösung, sondern in Gestalt von Zellen abgelagert. In den Leberzellen finden sich nach Schiff kleine Körnchen, die rund, von blassen Contouren, in Alkohol und Aether unlöslich, durch Jod bräunlich gefärbt werden und grosse Aehnlichkeit mit den Stärkekörnchen der Dahlien und Arnicaarten zeigen; diese Körnchen vermehren sich in der Leber von Batrachiern in ausserordentlicher Weise, wenn, wie diess bei den Batrachiern zur Winterszeit der Fall ist, das Ferment, welches sie in Dextrin und Zucker verwandelt, in der Leber und im Blute fehlt; da nun, wenn man Fermente auf diese Leberzellen einwirken lässt, sich diese Körnchen vermindern, während gleichzeitig Zucker auftritt, die Zuckerbildung aber aufhört, wenn keine Körnchen mehr vorhanden sind, so erscheint es um so wahrscheinlicher, dass diese von Schiff beschriebenen Körnchen das Glykogen enthalten, als Nasse gefunden hat, dass zwischen diesen Körnchen und ihrer Anzahl einerseits und zwischen der Zuckermenge, welche man aus der todten Leber erhalten kann und der Färbung der Leber bei den Säugethieren ein gewisses Verhältniss besteht. Diese Beobachtungen Nasse's wurden von Schiff ebenfalls bestätigt und derselbe hat ausserdem auch noch gefunden, dass diese Körnchen während der Zuckerbildung in Wasser löslich werden, indem sie zu gelblichen Tröpfchen zerfliessen. Im Frühjahre, wo bei den Fröschen das Ferment auftritt, vermindern sich diese Körnchen und endlich spricht auch noch für die fragliche Natur derselben der Umstand, dass sie mit Zucker und Schwefelsäure nicht die für stickstoffhaltige Gewebe charakteristische purpurrothe Färbung annehmen. Die Richtigkeit aller dieser Beobachtungen vorausgesetzt, wäre demnach das Glykogen in den Leberzellen in Gestalt von Körnchen enthalten und jenes Glykogen, welches man isolirt hat und das jeder Organisation entbehrt, wäre keineswegs ein präexistirendes anatomisches Element, sondern das Product der Zerstörung der thierischen Stärke (Schiff) durch die analytische Methode. Auch beim Fötus ist das Glykogen in Zellen eingeschlossen, die in ihrem ganzen Verhalten eine grosse Analogie mit den Leberzellen zeigen (Cl. Bérnard).

Abstammung.

Abstammung. Dieselbe ist noch völlig dunkel. Zwar hat Pavy die Ansicht ausgesprochen, das Glykogen entstehe aus dem Zucker der

Nahrung und aus der im Darm in Zucker umgesetzten Stärke derselben und man könnte als Stütze für diese Theorie anführen, dass nach den Beobachtungen von Mc. Donnell das Gewicht der Leber und ihr Glykogengehalt mit dem Gehalte der Nahrung an stickstofffreien Nahrungsstoffen steigt, was auch von Tscherinoff bestätigt wurde, der mit dem Ansteigen des Glykogengehaltes gleichzeitig Fettleber eintreten sah; allein dass durch diese Beobachtungen die Frage noch nicht entschieden ist, liegt auf der Hand. Für eine Rückbildung des Zuckers in eine Art von Stärke oder ein ähnliches Kohlehydrat liefert die Chemie kein Beispiel, man müsste denn die sogenannte schleimige Gährung hierher zählen; die Bedingungen endlich einer solchen Rückbildung im Darm oder in der Leber sind völlig unbekannt. Wie wenig stichhaltig endlich die Theorie Pavy's ist, geht übrigens auch schon daraus hervor, dass durch Hungern das Glykogen aus der Leber verschwindet, aber bei ausschliesslicher Fleischnahrung wieder erscheint, wenngleich in geringer Menge.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Es durfte wohl von vornherein als mindestens wahrscheinlich angesehen werden, dass bei der Leichtigkeit, mit welcher durch thierische und andere Fermente das Glykogen in Zucker verwandelt wird, eine solche Umwandlung desselben auch im Organismus stattfinden werde, in welchem Falle der in der Leber auftretende Zucker nicht direct aus gewissen Bestandtheilen des Blutes entstehen würde, sondern in ähnlicher Weise wie bei den Pflanzen durch eine Gährung und zwar aus einer Substanz: hier dem Glykogen oder der thierischen Stärke, die sich unter der Einwirkung eines Ferments in Zucker verwandelte. Diese theoretische Voraussetzung ist übrigens durch das Experiment als bewiesen zu betrachten, seit es Cl. Bérnard gelungen ist, die Existenz eines derartigen Fermentes in der Leber und im Blute zu beweisen, durch welches überdiess die von Schiff erlangten Resultate allein ihre naturgemässe Erklärung finden. Dafür spricht auch die schon von Cl. Bérnard gemachte Beobachtung, dass die Leber erwachsener und gesunder Thiere nach dem Tode und wenn sie von dem bereits gebildeten Zucker durch sorgfältiges Ausspritzen des Organs befreit ist, von Neuem Zucker erzeugt. Dieses Resultat wurde von Schiff auch bei der Leber eines Hingerichteten constatirt. Allein alle diese Thatsachen verlieren ihre Bedeutung, wenn, wie Ritter, Pavy und Meissner behaupten, die Zuckerbildung in der Leber nur eine Leichenerscheinung wäre. Kühne hat aber, wie wir glauben, treffend darauf hingewiesen, dass ein Organ an seine Abzugscanäle bedeutende Mengen einer Substanz abgeben kann, ohne im gegebenen Moment viel davon auf einmal zu enthalten. In der Niere, durch welche innerhalb eines Tages leicht 30 Grm. Harnstoff ihren Weg nehmen, lässt sich derselbe nur äusserst schwer und in minimaler Quantität nachweisen. Da nun Cl. Bérnard den Zucker auch in dem während des Lebens catheterisirten Lebervenenblut nachwies, so ist vorläufig kein

14*

Grund vorhanden, die Meinung, es werde das Glykogen während des Lebens in Zucker umgesetzt, als widerlegt zu betrachten, wenngleich nicht geläugnet werden soll, dass es wünschenswerth wäre, die Beweise für dieselbe zu vermehren. Die Umwandlung des Glykogens in der Leber in Zucker als bewiesen angenommen, fallen alle weiteren Verwandlungen desselben im Organismus mit denen des Zuckers zusammen, die wir bereits erörtert haben.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Glykogens in der Leber fällt unter den erörterten Voraussetzungen im Allgemeinen mit jener des Leberzuckers zusammen, nur erscheint es hier als intermediäres Product der in der Leber vor sich gehenden Veränderungen gewisser Blutbestandtheile. Seitdem man aber die wichtige Thatsache seines Vorkommens in den fötalen Geweben zur Zeit ihrer Entwickelung und sein Verschwinden in diesen zur Zeit, wo es in der Leber auftritt, ermittelt hat, erscheint die physiologische Bedeutung dieses Kohlehydrates in einem neuen und sehr bedeutsamen Lichte. Aus dieser Thatsache ergiebt sich eine merkwürdige Analogie der pflanzlichen und thierischen Entwickelung; sowie sich bei den Pflanzen die Stärke in den den Pflanzenembryo umgebenden Zellen anhäuft, ebenso sammelt sich das Glykogen um den Fötus des Thieres herum an. Bei Thieren und Pflanzen scheint das Glykogen ein wesentlicher Bestandtheil des Protoplasma zu sein, aus dem sich die Organisation entwickelt. Diess darf wohl als ein nicht zu verkennender Fingerzeig betrachtet werden, dass das Glykogen eine histogenetische Bedeutung hat und es gewinnt dadurch die Annahme, dass Kohlehydrate überhaupt zur Fettbildung verwendet werden können, eine weitere Stütze, wie denn auch Pavy das Glykogen zur Fettbildung bestimmt glaubt. Anderseits ist beim Erwachsenen die Bildung des Glykogens abhängig von den normal vor sich gehenden Ernährungserscheinungen; wir wissen, dass die Glykogenbildung in der Leber bei Störungen der Ernährung sofort aufhört, während das Ferment noch forterzeugt wird. Die Substanz also, welche die Entwickelung der Organe des Fötus vermittelt, wird auch im Ernährungsprocess des Erwachsenen von einem Organe erzeugt, in welchem sich dieselbe in dem Momente einstellt, in welchem die Function desselben beginnt und indem sie aus dem Protoplasma und aus den werdenden Geweben verschwindet. Es ist endlich ein sehr bemerkenswerther Umstand, dass die Glykogen führenden Amnionzellen in ihrem Bau und ihren Reactionen eine grosse Analogie mit den Leberzellen darbieten. Das Glykogen, bei Erwachsenen ein Product intermediärer Spaltungen, dient sonach auch hier sehr wahrscheinlich noch der progressiven Stoffmetamorphose, es spielt noch eine Rolle im Ernährungsprocess, sowie es eine solche beim Fötus in der Entwickelung der Gewebe spielt.

Die von Mc. Donnell ausgesprochene Ansicht, dass das Glykogen unter Stickstoffaufnahme in Albuminate übergehen könne, ist übrigens wenig wahrscheinlich.

Literatur: Cl. Bérnard: Leçons faites au Collége de France. 1854. I. Vol. p. 241, 393; Compt. rend. XLI. 1855; Leçons 1857. T. IV, p. 444. T. VII, p. 125; Compt. rend. XLIV, 23. Mars; Compt. rend. XLIV, p. 1330; Compt. rend. XLVIII, p. 77, 673, 884. — Hensen: Arch. f. pathol. Anat. IX, 214; Verhandl. der Würzb. med. phys. Gesellsch. VII. 2tes Heft; Arch f. path. Anat. XI, 395. — M. Schiff: Arch. f. physiol. Heilkunde. N. F. I, 263. — Derselbe: Compt. rend. XLVIII, p. 880. — E. Pelouze: Compt. rend. XLIV, 1321. — Kekulé: Verhandl. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. Nr. IV, 1858. — Fr. Lochner: Ueber die zuckerbild. Substanz der Leber. Erlangen 1858. Dissert. — Gorup-Besanez: Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXVIII, S. 227. — Valentin: Unters. zur Naturlehre. III, 195. — Figuier: Compt. rend. I. 1857. Nr. 23. II, Nr. 4; Gaz. hébdomad. Nr. IV. Nr. 24. Nr. 33, 35; Gaz. méd. Nr. 25, 32. — Sanson: Compt. rend. 1857. I. Sem. Nr. 22. I, Nr. 26. II, Nr. 10; Gaz. méd. 1857. Nr. 32; Journ. de Physiol. 1858. I, 244. — Poiseuille et Lefort: Compt. rend. 1858. I, p. 565; Gaz. méd. Nr. 31; Compt. rend. 1858. I, p. 677. — Poggiale: Journ. de Physiologie. 1858. I, 549. — Brachet: De la glycogènie hepatique. Lyon 1856. — Bérard: Gaz. hébdomad. IV, Nr. 21. 1857. — Lehmann: Schmidt's Jahrb. XCVII. I, 1. — H. Nasse: Arch. f. wissensch. Heilkunde. 1858. IV, 75. — Bonnet: 1857. Compt. rend. II. Sér. Nr. 4. — Gaz. méd. Nr. 32. — W. Pavy: Guy's hospital rep. 1858. Vol. IV, 291, 315. — Moreau: 1858. Gaz. méd. Nr. 19. — Serres: Compt. rend. XLVIII, p. 86. — W. Kühne: Arch. f. path. Anat. XXXII, 536. — Derselbe: Lehrb. d. phys. Chem. 1866. S. 66. — Grohe: Greifswalder med. Beitr. III, Heft 1. Mc. Donnell: Compt. rend. LX, 963. Med. Centralbl. Nr. 23. 1865; American Journ. of med. science XLIII, 214; XLVI, 523. — Tscherinoff: Sitzungsber. d. Wiener Akad. LI. 2te Abthl. 412. Med. Centralbl. Nr. 43. 1865. — Stüde: Zeitschr. f. rat. Med. 3te R. XXI, 28. — Winogradoff: Arch. f. path. Anat. XXVII, 533. — Rouget: Compt. rend. 1859. 792. 1018; Journ. de Physiol. T. II, p. 83. 308. — Vergl. im Uebrigen die Literatur über Zuckerbildung im Thierkörper. S. 207.

Dextrin: $C_{12}H_{10}O_{10}$.

Dextrin. Kommt in den meisten Eigenschaften, sowie auch im äusseren Ansehen mit dem gewöhnlichen Gummi überein. Die Unterscheidungsmerkmale sind, dass es die Polarisationsebene des Lichtes stark nach rechts dreht, bei der Behandlung mit Salpetersäure keine Schleimsäure, sondern nur Oxalsäure giebt und endlich von Bleiessig nicht gefällt wird. Durch Diastas und verdünnte Säuren wird es in Traubenzucker verwandelt.

Vorkommen. **Vorkommen.** Dextrin findet sich nach Sanson, Pelouze und Bérnard im Blute der Lungen und anderer Organe und zwar sowohl bei Carnivoren als bei Herbivoren, bei letzteren jedoch in grösserer Menge. Poiseuille und Lefort dagegen vermochten kein Dextrin im Blute mit Fleisch gefütterter Hunde nachzuweisen. Scherer und Limpricht fanden es in grosser Menge im Pferdefleische, letzterer auch in der Leber eines mit Hafer gefütterten Pferdes, in welcher das Glykogen fehlte. Das Fleisch dieses Pferdes enthielt kein Dextrin. Auch im Darminhalt findet es sich zuweilen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass

das im Thierkörper vorkommende Dextrin theils vom Glykogen der Leber, theils von der Nahrung stammt.

Seine sonstigen physiologischen Beziehungen fallen mit denen des Glykogens und Zuckers zusammen.

Literatur: Sanson: Compt. rend. XLIV, p. 1323. 1325. — Pelouze: Ebendas. p. 1321. — Cl. Bérnard: Ebendas. p. 1325 — 1331. — Limpricht: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXIII, 295.

II. Producte der eigentlich regressiven Stoffmetamorphose.

a. Stickstoffhaltige amidartige Körper.

Leucin: $C_{12} H_{13} N O_4$.

Leucin.

Perlmutterglänzende, schneeweisse Blättchen und Schüppchen, unter dem Mikroskop sich unter der Form feiner concentrisch gruppirter, zuweilen kugelige Massen bildender Nadeln darstellend. Geschmack- und geruchlos, bei 170° C. sublimirend und stärker erhitzt sich unter Bildung von Amylamin zersetzend. Löslich in Wasser, unlöslich in kaltem Alkohol und Aether; löst sich in kochendem Weingeist, fällt aber beim Erkalten grösstentheils wieder heraus. Seine Lösungen sind vollkommen neutral. Giebt bei der Behandlung mit salpetriger Säure Leucinsäure, verwandelt sich mit Kalihydrat erhitzt in valeriansaures Kali und liefert mit Bleisuperoxyd erwärmt Butyraldehyd und Valeronitril. Verbindet sich mit Säuren und Basen. Die Verbindungen mit Säuren sind in Wasser löslich und krystallisirbar, die salzsaure Verbindung giebt mit Platinchlorid ein Doppelsalz.

Mikroskopische Krystallformen des Leucins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 2.

Vorkommen.

Vorkommen. Leucin wurde bisher aufgefunden: in der Pancreas und dem Pancreassafte in sehr reichlicher Menge, in der Milz, in der Thymusdrüse, der Thyreoidea, in der Parotis- und Submaxillardrüse, in den Lungen, in der Leber (in normaler in sehr geringer Menge, dagegen bei Leberkrankheiten, bei Typhus, Variola und anderen Krankheiten reichlicher), in der Galle Typhöser, im Mark der Nebennieren, den Nieren, im Gehirn des Rindes, in den Lymphdrüsen; ferner im leukämischen Blute, bei Leberkrankheiten auch im Blute der Lebervenen und Pfortader, im krankhaft veränderten menschlichen Speichel, im Harn bei Lebererweichung, Typhus und Blattern, in den Cholerine-Darmausleerungen, im Eiter, nicht aber im normalen Blute und Muskelsafte. Dagegen hat Valentiner es im Herzfleische von vier an verschiedenen Krankheiten verstorbenen Individuen aufgefunden (in Folge beginnender Fäulniss?) und Oppler in den Muskeln urämischer Hunde; endlich fand man Leucin in Atherombälgen, verdickten Nägeln an den Zehen (?), in der mit grüner Galle reichlich gefüllten Gallenblase eines Sarcoramphus Papa (Berlin), im Magen und Darminhalt der Puppen von Sphinx pinastri und Cossus ligniperda, bei Arthropoden: im Flusskrebs, Spinnen, Raupen

und Puppen, sowie in den Schmetterlingen, und überhaupt bei niederen Thieren ziemlich verbreitet.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände des Leucins im Organismus wissen wir nichts, doch liegt kein Grund vor, es im Organismus in einem anderen Zustande, als in dem der einfachen Lösung anzunehmen.

Abstammung.

Abstammung. Ueber die Abstammung des Leucins, welches im Thierkörper vorkommt, kann kein Zweifel sein. Wenn man bedenkt, dass die Albuminate unter der Einwirkung der verschiedensten zersetzenden Agentien: der Säuren, der Alkalien und der Fäulniss, Leucin geben und dass nur aus Albuminaten und den ihnen nahe stehenden Albuminoiden bisher Leucin erhalten werden konnte, wenn wir von seiner synthetischen Darstellung absehen, so wird man nicht umhin können, zuzugeben, dass über den Ursprung kaum einer anderen im Thierkörper vorkommenden Substanz so unzweideutige Anhaltspunkte vorliegen und dass für eine andere Abstammung wie die aus Albuminaten und Albuminoiden, nicht ein plausibler Grund vorgebracht werden kann. Kann es demnach als feststehend angesehen werden, dass das Leucin von den Albuminaten und Albuminoiden stammt, so entsteht allerdings eine weitere Frage, nämlich die, ob das im Thierkörper aufgefundene Leucin als ein während des Lebens gebildetes Zwischenproduct der regressiven Stoffmetamorphose anzusehen ist, oder ob es da, wo es bisher gefunden wurde, erst in Folge einer fauligen Zersetzung während der Bearbeitung der fraglichen Objecte entstand, sonach nicht als Educt, sondern als Product der betreffenden Untersuchungen zu betrachten sei. Die letztere Ansicht hat bis in die jüngste Zeit einzelne Vertreter gefunden (Virchow, Lehmann). Obgleich nun nicht geläugnet werden soll, dass manches bei Untersuchungen von thierischen Organen erhaltene Leucin erst während der Untersuchung entstanden sein mag, so ist es doch ganz unzulässig, alles gefundene Leucin auf diesen Ursprung zurückzuführen. Man hat zur Begründung der Ansicht, wonach das Leucin erst durch eine Zersetzung der Untersuchungsobjecte ausserhalb des Organismus entstehen soll, angeführt, dass, wenn man die Untersuchungsobjecte, statt sie vorher zu verkleinern, in bereit stehendem siedenden Wasser kocht und dann erst noch mit Alkohol behandelt, man wenig oder gar kein Leucin und Tyrosin daraus erhalte, während aus denselben Objecten bei der gewöhnlichen Behandlung diese Stoffe in grösserer Menge erhalten werden können. Man bedachte dabei offenbar nicht, dass rasches Aufkochen eiweissartiger Körper: demnach coagulable Materien enthaltender Substanzen und noch dazu bei nachheriger Behandlung mit Alkohol, der sicherste Weg ist, um die Extraction löslicher Materien aus solchen Objecten mehr oder minder vollständig unmöglich zu machen. Ebensowenig scheinen Diejenigen, welche das Leucin schlechthin als cadaveröse Abscheidung bezeichnen, erwogen zu haben, woher es dann komme, dass gesunde

Lebern nur sehr geringe Mengen von Leucin enthalten, während bei gewissen Krankheiten darin reichliche Mengen nachgewiesen werden können, warum aus dem normalen Blute, warum aus dem normalen Muskelsaft kein Leucin erhalten werden kann und warum gerade aus gewissen Drüsen, z. B. aus der Bauchspeicheldrüse, so besonders reichliche Mengen gewonnen werden können (Scherer erhielt in einem Falle 7,37 Proc. der festen Bestandtheile). Zwei Beobachtungen allein reichen hin, diese exclusive Anschauung gänzlich zu widerlegen. Einerseits die Thatsache des Auftretens von Leucin im Harn bei gewissen Krankheiten (Frerichs und Städeler, Schmeisser) und anderseits ein von Scherer angestellter Versuch, der aus einer Pancreasdrüse reichliche Mengen von Leucin erhielt, die unmittelbar nach der Tödtung des Thieres noch warm zerschnitten und in eine Bleizuckerlösung gelegt war.

Die Frage, wie das Leucin und das selbes häufig begleitende Tyrosin aus den Albuminaten und Albuminoiden entstehen, ist vorläufig noch nicht mit Sicherheit zu beantworten. Bei einer Vergleichung der Bedingungen, unter denen die eiweissartigen, die albuminoiden und die Leimkörper Leucin und Tyrosin liefern, mit denen, welche im thierischen Körper vorhanden sein können, leuchtet es ein, dass zunächst an einen gährungsartigen Vorgang gedacht werden muss, der durch bestimmte Fermente in den betreffenden Organen eingeleitet würde (Städeler und Frerichs). Diese Hypothese wird unterstützt durch die Erfahrung, dass Leucin und Tyrosin vorzugsweise in Organen vorkommen, die wie die Speicheldrüse und das Pancreas bekannte Fermente enthalten und dass ausnahmlos die Hauptorte ihres Vorkommens solche sind, in denen Albuminate in Behältern längere Zeit aufgespeichert sind. Da der Blut- und Lymphstrom die einzelnen Organe fortwährend gewissermaassen auswäscht, da also die in jedem Organe gebildeten Zersetzungsproducte schliesslich in das Blut übergehen müssen, wenn nicht, wie bei der Leber und einigen anderen Drüsen, ein besonderer Abführungsgang vorhanden ist, so wäre es denkbar, dass die in dem einen Gewebe gebildeten Stoffe in ein anderes übergeführt würden (Frerichs und Städeler). Diess könnte namentlich für die Leber Geltung haben, welche ihr Blut direct aus der Milz, dem Pancreas und den Lymphdrüsen des Mesenteriums bezieht.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Da das Leucin nur in sehr seltenen pathologischen Ausnahmsfällen in den Harn übergeht und auch in anderen Excreten für gewöhnlich nicht angetroffen wird, so muss es im Organismus weitere Veränderungen erfahren. Welcher Art aber diese Veränderungen sind und welche Metamorphosen es erleidet, bis es seinen Endproducten entgegengeführt ist und welche diese Endproducte sind, ist noch nicht ermittelt. Wenn es nicht in der Form von intermediären Producten aus dem Körper ausgeschieden wird, so bleibt wohl kaum eine andere Annahme, als die, dass sein Kohlenstoff als

Kohlensäure, sein Wasserstoff als Wasser, und sein Stickstoff als Harnstoff den Körper verlässt und da bis auf den geringen Stickstoffgehalt des Kothes in der That der Stickstoff der Albuminate im Harn wieder austritt, so muss das Leucin nothwendigerweise zur Bildung des Harnstoffs mit beitragen. Allerdings ist es bisher nicht gelungen, aus Leucin Harnstoff in unseren Laboratorien zu gewinnen, allein diess ist ja auch bei den Albuminaten selbst wieder zweifelhaft geworden, seitdem die Beobachtungen Béchamp's, der aus Albumin durch Behandlung mit übermangansaurem Kali Harnstoff dargestellt haben wollte, von Städeler nicht bestätigt werden konnten und es beweist das negative Resultat dieser Versuche nur, dass die gedachte Ueberführung auf den eingeschlagenen Wegen nicht bewerkstelligt werden kann. Seiner chemischen Constitution nach kann das Leucin bekanntlich als Amidocapronsäure betrachtet werden und damit stehen auch die Untersuchungen über die Umsetzungen des Leucins unter der Einwirkung verschiedener Agentien im Einklange. So liefert es bei der Oxydation durch übermangansaures Kali nach den Versuchen von Neubauer Valeriansäure und Ammoniak, so geht es durch Gährung in Buttersäure und Ammoniak über und so lassen sich seine Zersetzungsproducte fast immer auf Ammoniak einerseits und auf flüchtige fette Säuren anderseits zurückführen. Das Ammoniak, welches man sehr häufig neben Leucin in gewissen Drüsen findet, könnte daher wohl aus dem Leucin entstanden sein, wie es auch bemerkenswerth ist, dass wo Leucin sich findet, auch flüchtige fette Säuren nicht fehlen und wie denn selbst bei der Zersetzung der Albuminate durch Schwefelsäure, wobei reichliche Mengen von Leucin gebildet werden, wie ich gefunden habe, flüchtige Säuren auftreten. Ein Theil der flüchtigen durch die Umsetzung des Leucins gebildeten Säuren könnte in der Blutbahn weiter oxydirt werden, während ein anderer Theil derselben in der Form der flüchtigen Säuren des Schweisses aus dem Körper ausgeschieden werden könnte. Es bliebe dann freilich noch zu erklären übrig, was mit dem Ammoniak geschieht. Es werden zwar mit dem Schweisse und auch mit dem Harne sehr geringe Mengen Ammoniak ausgeschieden, allein dieselben sind so gering, dass sie bei dieser Frage nicht in Betracht kommen können. Doch sind diess überhaupt nur Möglichkeiten und wir wissen über die Metamorphosen des Leucins im Organismus ebensowenig Positives, als wie darüber, ob sich das Leucin und Tyrosin nicht etwa noch an dem Aufbau neuer Atomgruppen, bei der Bildung der Galle, des Hämatins z. B., betheiligen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Da wir die zuletzt erwähnte Möglichkeit zu eruiren vorläufig ausser Stande sind, so vermögen wir dem Leucin keine andere physiologische Bedeutung, wie die eines Productes der regressiven Stoffmetamorphose zuzuerkennen. Es ist in dieser Beziehung noch besonders erwähnenswerth, dass es zwar nicht als specifisches Umsatzproduct gewisser Organe aufzufassen ist, dass es aber nur in sol-

chen Fällen und in solchen Organen reichlicher auftritt, wo reichliche Neubildung, eine rasche Auflösung, oder Zerfall der Elementartheile der Gewebe, besonders aber der zelligen Elemente stattfindet.

Butalanin: $C_{10}H_{11}NO_4$.

Butalanin.

In der Bauchspeicheldrüse wurde von mir einmal neben Leucin ein krystallisirbarer Körper von der Formel $C_{10}H_{11}NO_4$, also dem Leucin homolog und in der That ihm sehr ähnlich aufgefunden. Dieser Körper, oder ein damit isomerer, die Amidovaleriansäure, ist jüngst von Fittig und von mir durch Einwirkung von Ammoniak auf Monobromvaleriansäure dargestellt worden.

Literatur: Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCVIII, S. 15. — Fittig: Zeitschr. f. Chem. N. F. I, 503.

Tyrosin: $C_{18}H_{11}NO_6$.

Tyrosin.

Schneeweisse, feine, lange, übereinander gelagerte Nadeln, geschmack- und geruchlos, sehr schwer löslich in kaltem, ziemlich leicht in kochendem Wasser, unlöslich aber in Alkohol und Aether. In Säuren und Alkalien löslich, damit wenig constante Verbindungen eingehend. Aus einer Lösung in Ammoniak scheidet es sich beim Verdunsten in grösseren Krystallen ab. Säuren schlagen es aus der alkalischen Lösung wieder nieder. Neutrales essigsaures Blei fällt Tyrosinlösungen nicht. Setzt man aber zu der mit Bleiessig versetzten Lösung etwas Ammoniak, so wird ein Theil des Tyrosins an Blei gebunden gefällt.

Kocht man eine mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, welches eine Spur salpetriger Säure enthält, vermischte Lösung des Tyrosins, so färbt sie sich schön roth, und nach kurzer Zeit entsteht ein tiefbraunrother Niederschlag (Tyrosinprobe).

Uebergiesst man Tyrosin mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure und erwärmt gelinde, so löst sich dasselbe mit vorübergehend tiefrother Farbe auf. Verdünnt man mit Wasser, setzt kohlensauren Baryt bis zum Verschwinden der sauren Reaction zu, kocht auf, um etwa gebildeten zweifach kohlensauren Baryt vollständig zu zersetzen, filtrirt, und setzt tropfenweise eine verdünnte Lösung von Eisenchlorid zu, so erhält man eine schön violette Färbung (Piria-Städeler'sche Tyrosinprobe, sehr empfindlich).

Mit Schwefelsäure liefert das Tyrosin eine gepaarte Schwefelsäure: die Tyrosinschwefelsäure; mit Salpetersäure giebt es Nitrosubstitutionsproducte: Nitrotyrosin, Dinitrotyrosin, und einen rothen dem Hämatin in vielen Beziehungen ähnlichen Farbstoff: Erythrosin; mit Chlor behandelt liefert es gechlortes Chinon und Chloranil; mit Brom Dibromtyrosin; mit Kalihydrat geschmolzen Paraoxybenzoësäure, Ammoniak und wahrscheinlich auch Essigsäure.

Mikroskop. Krystallisationen des Tyrosins vergl. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 3.

Vorkommen.

Vorkommen: Tyrosin wurde bisher aufgefunden: in der Milz und Bauchspeicheldrüse, unter pathologischen Verhältnissen bei Leberkrankheiten in der Leber, im Blute der Lebervenen und der Pfortader, in der Galle Typhöser, im Auswurf bei croupöser Bronchialaffection (Friedreich),

in den Hauptschuppen bei Pellagra (Schmetzer), im Harn zuweilen krystallinische Sedimente bildend neben Leucin bei Lebererweichung, bei niederen Thieren ziemlich häufig, namentlich bei den Arthropoden und in Coccus Cacti. Stets ist es in seinem Vorkommen von Leucin begleitet.

Abstammung. Es gilt hier alles beim Leucin Gesagte. Abstammung.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Auch hier müssen wir auf das beim Leucin Angegebene verweisen. Wir kennen weder die Metamorphosen, welche das Tyrosin im Organismus erleidet, noch ob es nicht etwa noch als Glied eines intermediären Stoffwechsels fungirt. Verwandlungen und Austritt.

Physiologische Bedeutung. Es gilt hier wieder alles vom Leucin Angeführte. Physiologische Bedeutung.

Im Harn einer an acuter Leberatrophie leidenden Frau beobachteten Frerichs und Städeler einmal neben Tyrosin einen anderen krystallisirten, leichter löslichen, und mit dem Tyrosin wahrscheinlich homologen Körper.

Literatur zu Leucin und Tyrosin. Frerichs u. Städeler: Müller's Arch. 1854. 383; Wiener med. Wochenschr. 1854. Nr. 30; Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Zürich. III. Bd.; ebendas.: IV. Bd. 1855. — Journ. f. prakt. Chem. LXXIII, 48. — Frerichs: Deutsche Klinik. 1855. Nr. 31; Klinik der Leberkrankheiten. 1858. — Städeler: Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Zürich. März 1860. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VIII, 355; Deutsche Klinik. Nr. 4. 1855; ebendas. 1856. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXXXIX, 115; ebend. XCVIII, S. 1. — Scherer: Arch. f. path. Anat. X, 228; Verhandl. der med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. VII, 123; ebend. II, 323; N. Jahrb. f. Pharm. VII, 306; Annal. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. — Cloëtta: Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. IV. Bd.; Annal. d. Chem. u. Pharm. XCIX, 289. — Neukomm: Inaug. Dissert. Zürich 1859 u. Reichert's Journ. f. Physiol. 1860. 1. — Bödeker: Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII, 146. — Valentiner: Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Zürich. III. Bd.; Deutsche Klinik. 1857. Nr. 18. — Schmeisser: Arch. d. Pharm. 2te Folge. C, 11. — W. Müller: Habilitat. Abhandl. Erlangen 1857 u. Annal. d. Chem. u. Pharm. CIII, 131. — Warren de la Rue: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXIV, 36. — Kölliker u. H. Müller: Ber. von der physiol. Anst. zu Würzburg. 1856. — V. Schwarzenbach: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. VII. Bd. Heft 3. — L. Meyer: Zeitschr. f. analyt. Chem. III, 199. — Friedreich: Arch. f. path. Anat. XXX, 381. — Barth: Annal. der Chem. und Pharm. CXXXVI, 110. — Levier: Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. Bd. III, S. 140. — Oppler: Arch. f. path. Anat. XXI, 260.

Kreatin: $C_8H_9N_3O_4 + 2$ aq.

Wasserhelle, glänzende, vollkommen durchsichtige, schiefe rhombische Säulen, die bei 100° C. undurchsichtig matt werden und ihr Krystallwasser verlieren. Das Kreatin löst sich leicht in kochendem Wasser und scheidet sich beim Erkalten wieder aus, in verdünntem Weingeist ist es ebenfalls löslich, aber unlöslich in Alkohol. Die wässerige Lösung ist neutral, schmeckt etwas bitter und zersetzt Kreatin.

sich unter Schimmelbildung sehr leicht. Auch in höherer Temperatur wird es zersetzt. Beim Erhitzen mit starken Säuren zerfällt es in Kreatinin und Wasser. Auch schon durch längeres Erwärmen seiner wässerigen Lösung geht es in Kreatinin über; mit Barytwasser gekocht, zerlegt et sich in Sarkosin, Harnstoff und Methylhydantoin: $C_8H_6N_2O_4$.

Mit Säuren bildet das Kreatin leicht lösliche sauer reagirende Verbindungen.

Mit Chlorzink giebt es eine krystallisirende Doppelverbindung.

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 4. — Robin et Verdeil: Atl. Pl. XXII. Fig. 2, 3. Pl. XXIII. Fig. 1, 2. Pl. XXIV. Fig. 1, 2. Pl. XXVI. Fig. 1, 2, 3. Pl. XXVII. Fig. 2.

Vorkommen.

Vorkommen. Kommt constant und als Normalbestandtheil im Safte der gestreiften und glatten Muskeln aller Thierclassen vor und wurde ausserdem auch im Safte der contractilen Faserzellen, im Gehirn, im Gewebe des schwangeren Uterus, zuweilen im Harn, im Blute und in der Amniosflüssigkeit nachgewiesen.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Das Kreatin tritt im Organismus, soweit unsere Erfahrungen reichen, überall in Lösung auf.

Abstammung.

Abstammung. Es kann nicht bezweifelt werden, dass das Kreatin von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen seinen Ursprung nimmt und sein constantes Auftreten im Muskelsafte und im Safte der contractilen Fasern überhaupt, sowie anderseits sein Fehlen in anderen drüsigen Organen, mit Ausnahme des Gehirns, deuten unzweifelhaft auf eine nahe Beziehung desselben zum Stoffwechsel des Muskelgewebes hin. In der That wird es in keinem anderen Organe in so grosser Menge und so constant durch beinahe alle Thierclassen angetroffen, wie hier, während es in jenen Organen, in welchen man Tyrosin und Leucin antrifft, gewöhnlich fehlt. Nachdem schon Liebig darauf hingewiesen hatte, dass aus dem Fleische gehetzter Füchse viel mehr Kreatin gewonnen werde, wie aus solchem in Gefangenschaft lebender und dass der Kreatingehalt der Muskeln eines Thieres in deutlicher Beziehung zu dem Fettgehalte oder zu den Ursachen stehe, welche die Ablagerung des Fettes bedingen, hat Sarokow gezeigt, dass während der Muskelarbeit eine absolute Vermehrung des Kreatins stattfinde. Damit in Uebereinstimmung ist die Thatsache, dass das Herz, der bewegteste Muskel des Organismus, immer mehr Kreatin enthält, wie die weniger angestrengten Stammmuskeln und dass der Kreatingehalt der Muskeln verschiedener Thiere der von ihnen geleisteten Muskelarbeit durchschnittlich entspricht. Vollkommen unaufgeklärt ist es aber bis nun, wie es aus der Muskelfaser entsteht, oder mit anderen Worten, welche Veränderungen noch vorher die Muskelsubstanz durchlaufen muss, bis sie, vielleicht unter Abspaltung mehrerer anderer Producte der regressiven Stoffmetamorphose, in Kreatin übergeht.

Verwandlungen im Organismus u. Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Obgleich geringe Mengen von Kreatin nicht selten im Harn nachgewiesen wurden, so ist es doch nach den Versuchen von Neubauer und Munk jedenfalls kein constanter und normaler Harnbestandtheil und wo man es fand, vielleicht nicht selten erst während der Behandlung aus dem Kreatinin entstanden. Die Umsetzungen des Kreatinins ausserhalb des Organismus sind jedenfalls geeignet, uns Fingerzeige darüber zu geben, wie dasselbe im Organismus weiter verändert werden könnte. Wenn wir sehen, dass sich im Harnstoff und im Kothe der Stickstoff aller stickstoffhaltigen umgesetzten Gewebe wiederfindet, so muss folgerichtig mit den Excreten auch der Stickstoff des als Zwischenproduct der regressiven Stoffmetamorphose der contractilen Gewebe aufzufassenden Kreatins austreten, d. h. es muss mittelbar oder unmittelbar zur Bildung des Harnstoffs beitragen. Die organische Chemie lehrt nun nicht nur die Möglichkeit, sondern sogar die Wahrscheinlichkeit einer derartigen Umsetzung, indem sie zeigt, dass unter Einwirkung der Alkalien das Kreatin unter Wasseraufnahme sich in Harnstoff und Sarkosin spaltet. Dass letzteres im Organismus bisher nicht aufgefunden wurde, kann nicht als Beweis gegen die Möglichkeit eines derartigen oder analogen Vorgangs im Organismus angesehen werden, da das Sarkosin alsbald weiter zersetzt werden könnte; welche Zersetzungsproducte dabei entstehen könnten, muss freilich dahingestellt bleiben, da wir das Verhalten des Sarkosins gegen zersetzende Agentien überhaupt noch nicht genau kennen. Lassen wir uns von der Analogie des mit dem Sarkosin bekanntlich isomeren Glycins leiten, so würden unter diesen Zersetzungsproducten möglicherweise flüchtige Säuren auftreten. Jedenfalls aber ist bei alle dem nicht ausser Acht zu lassen, dass noch eine andere Möglichkeit vorliegt, nämlich die, dass das Kreatin zunächst in Kreatinin verwandelt würde, welches im Harne constant auftritt. Mit der letzteren Voraussetzung stimmen die Ergebnisse der von Munk angestellten Versuche, denen zu Folge Kreatin direct oder vom Magen aus ins Blut gebracht, Vermehrung des Kreatinins und des Harnstoffs im Harn bewirkt. Es würde demnach das Kreatin der Muskeln im Blute oder in den Nieren in Kreatinin und Harnstoff umgesetzt. Doch fand Munk die Vermehrung des Harnstoffs bei Einverleibung relativ grosser Kreatinmengen verhältnissmässig nur gering. Für einen Uebergang des Kreatins endlich in Harnstoff sprechen die Beobachtungen von Munk, Oppler, Perls, Zalesky und Meissner, welche übereinstimmend in den Muskeln urämisch gemachter Thiere starke Anhäufung des Kreatins constatirten.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Sie ergiebt sich aus dem oben Mitgetheilten von selbst; sie fällt mit jener der regressiven Stoffmetamorphose überhaupt zusammen.

Kreatinin: $C_8H_7N_3O_2$.

Kreatinin.

Farblose, schiefe rhombische Säulen, löslich in Wasser und siedendem Alkohol, woraus es aber beim Erkalten der concentrirten Lösungen wieder herausfällt. Die wässerige Lösung reagirt alkalisch und schmeckt in concentrirtem Zustande wie verdünntes Ammoniak. Treibt das Ammoniak aus seinen Salzen aus, verbindet sich mit Säuren zu krystallisirbaren löslichen Salzen und bildet in der salzsauren Verbindung mit Platinchlorid ein in morgenrothen Säulen krystallisirendes Doppelsalz. Das Kreatinin vermag sich übrigens auch mit Salzen zu verbinden, namentlich mit salpetersaurem Silberoxyd, mit Quecksilberchlorid und mit Chlorzink.

Letztere Verbindung, das Kreatininchlorzink, wegen der Erkennung und Isolirung des Kreatinins wichtig, $C_8H_7N_3O_2$, ZnCl, wird durch Fällung einer concentrirten Kreatininlösung mit einer syrupdicken Chlorzinklösung als ein körnig-krystallinischer, in kaltem Wasser schwer und in Weingeist unlöslicher Niederschlag erhalten.

Das Kreatinin geht in wässeriger Lösung bei längerem Stehen, namentlich bei Gegenwart von Kalk, in Kreatin über. Auch bei der Zerlegung des Kreatinin-Chlorzinks durch Schwefelammonium findet ein Uebergang des Kreatinins in Kreatin statt. Um in Kreatin überzugehen, braucht, wie eine Vergleichung der beiderseitigen Formeln lehrt, das Kreatinin nur 2 Aeq. Wasser aufzunehmen.

Mit Aetzbaryt unter starkem Drucke erwärmt, liefert es Methylhydantoin: $C_8H_6N_2O_4$ und Ammoniak: $C_8H_7N_3O_2 + 2HO = C_8H_6N_2O_4 + NH_3$.

Durch übermangansaures Kali wird es in oxalsaures Methyluramin, Oxalsäure und Wasser übergeführt.

Mikroskopische Abbildungen des Kreatinins und Kreatinin-Chlorzinks finden sich bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. IV. Fig. 5, 6. — Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XXVI. Fig. 3; XXVII. Fig. 1 u. 2; XXVIII. Fig. 1, 2 u. 3; XXIX. Fig. 1 u. 2.

Vorkommen.

Vorkommen. In den Muskeln hat man häufig genug Kreatinin gefunden, allein wie die exacten Versuche von Nawrocki und Neubauer lehren, nur deshalb, weil durch das eingeschlagene Verfahren eine theilweise Umwandlung des Kreatins in Kreatinin bedingt war. Als constanter und normaler Bestandtheil ist das Kreatinin bisher nur im Harn des Menschen, Hundes, Pferdes und Kalbes nachgewiesen; ausserdem will man es im Blute und in der Amniosflüssigkeit aufgefunden haben.

Zustände, Abstammung, Verwandlungen.

Ueber Zustände im Organismus und Abstammung, sowie auch über die Verwandlungen desselben im Organismus liesse sich nur das beim Kreatin Gesagte wiederholen. Wenn wir die Formeln beider Substanzen mit einander vergleichen, so springt die Leichtigkeit in die Augen, mit der sie sich in einander verwandeln können. Die organische Chemie lehrt aber auch in der That, dass diese beiden Stoffe in einander übergeführt werden können; so wird Kreatin durch Säuren in Kreatinin und Wasser gespalten und Kreatinin geht schon beim längeren Erwärmen seiner wässerigen Lösungen in Kreatin über und so wird auch das Kreatinin bei Gegenwart von Kalk in seiner Lösung in Kreatin zurückverwandelt. Dass ein ähnlicher Uebergang im Organismus erfolgen

könne, muss nach allen Daten vorausgesetzt werden. Allein die Gründe, aus welchen Sarokow schloss, dass während der Muskelthätigkeit das Kreatin in Kreatinin verwandelt werde, haben vor der Experimentalkritik nicht Stand gehalten und es fand Nawrocki entgegen den Angaben von Borsczczow und Sarokow weder im ruhenden noch im arbeitenden Muskel Kreatinin, höchstens spurenweise.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Kreatinins fällt ebenfalls mit jener des Kreatins zusammen.

Literatur zu Kreatin und Kreatinin. Chevreul: Rapp. sur le bouillon de la Compagn. Holland. fait à l'Acad. des scienc. en 1832; Journ. de Pharm. T. XXI, p. 234; Mém. de la soc. centr. d'agricult. 1848. I. part. 658. — Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. XLIX, S. 341. — Pettenkofer: Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. LIII, S. 97. — W. Heintz: Poggend. Annal. Bd. LXII, S. 602. Bd. LXX, S. 466. — Liebig: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXII, S. 257. — Gregory: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXIV, S. 100. — Price: Quarterl. chem. journ. III, S. 229. — Valenciennes et Fremy: Journ. de Chim. et de Pharm. 3me Sér. T. XXVIII, p. 401. — Grohe: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXXV, S. 233. — Socoloff: daselbst Bd. LXXVIII, S. 243. Bd. LXXX, S. 114. — Verdeil et Marcet: Journ. de Chim. et de Pharm. 3me Sér. T. XX, p. 91. — J. Scherer: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. I, S. 91. — W. Müller: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CIII, S. 131. — Schottin: Arch. f. Heilk. Bd. I, S. 417. — Borsczczow: Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. II, S. 65. — Oppler: Arch. f. path. Anat. Bd. XXI, S. 260. — Neubauer: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXIX, S. 27. — Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. II, S. 22. — Munk: Deutsche Klinik. 1862, S. 299. — Sarokow: Arch. f. path. Anat. Bd. XXVIII, S. 544. — Nawrocki: Med. Centralbl. 1865, S. 417. Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. IV, S. 169. — Munk: Berlin. klin. Wochenschr. 1864. Nro. 11. — Oppler: Arch. f. path. Anat. Bd. XXI, S. 260. — Perls Königsb. med. Jahrb. Bd. IV, S. 56. — Zalesky: Unters. über d. urämischen Process. Tübingen 1865. — G. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. XXVI, S. 225. — Neubauer: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXXXVII, S. 288. — J. Ranke: Tetanus. Eine physiol. Studie. Leipzig 1865.

Allantoin: $C_8H_6N_4O_6$.

Allantoin.

Wasserhelle, glasglänzende, farblose prismatische Krystalle, geschmack- und geruchlos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ziemlich schwierig löslich in kaltem Wasser, leichter in kochendem und löslich in heissem Alkohol, unlöslich aber in Aether. Wird von kohlensauren und ätzenden Alkalien ohne Zersetzung aufgelöst. Beim Erkitzen wird das Allantoin zersetzt.

Mit Alkalien gekocht, geht es in Oxalsäure und Ammoniak über, Oxydationsmittel verwandeln es in Harnstoff und eine noch wenig studirte Säure (Allantoinsäure). Auch unter der Einwirkung von Fermenten zersetzt es sich unter Bildung von Harnstoff, oxalsaurem und kohlensaurem Ammoniak und einer noch nicht näher gekannten Säure.

Das Allantoin giebt mit mehreren Metalloxyden krystallisirbare Verbindungen, so mit Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer-, Kadmium- und Zinkoxyd. Die Silberoxydverbindung: $C_8H_5N_4O_5, AgO$, fällt aus einer gesättigten Allantoinlösung auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak in weissen Flocken heraus.

Mit Quecksilberoxyd verbindet sich das Allantoin wie der Harnstoff in mehreren Verhältnissen.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 4.

Vorkommen.

Vorkommen. Wurde bisher nachgewiesen: in der Allantoisflüssigkeit der Kühe, ausserdem wurde es im Harne gesäugter Kälber und einigemale im Hundeharn bei Respirationsstörungen, bei magerer vegetabilischer Kost, endlich nach Unterbindung der Ureteren und Einspritzung von Kreatinin ins Blut aufgefunden.

Zustände im Organismus.

Zustände des Allantoins im Organismus. Das Allantoin ist in den Flüssigkeiten, in welchen es bisher aufgefunden wurde, einfach gelöst und kann daraus durch blosses Abdampfen krystallisirt erhalten werden, wenn die die Krystallisation beeinträchtigenden etwa vorhandenen Stoffe vorher entfernt sind.

Abstammung.

Abstammung. Das Allantoin ist ein Product der regressiven Stoffmetamorphose, steht in der Leiter derselben schon ziemlich tief und zweien Stoffen nahe, welche als Endproducte des Zerfalls stickstoffhaltiger Gewebsbestandtheile zu betrachten sind, nämlich der Harnsäure und dem Harnstoff. Als ein nicht allein stickstoffhaltiger, sondern auch als ein sehr stickstofffreier Körper ist es als ein zu einer gewissen Periode der Stoffmetamorphose und unter gewissen Umständen auftretender Träger des Stickstoffs des Thierkörpers zu betrachten, der aus der Form organischer Verbindungen im physiologischen Sinne, in die einer eigentlich chemischen und eminent krystallisationsfähigen übergetreten ist. Wenn es sich demnach um die Abstammung des Allantoins handelt, so kann nicht in Frage kommen, ob es in entfernter Weise von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen seinen Ursprung ableitet, denn diese Frage ist in dem angedeuteten Sinne als erledigt zu betrachten, da der Stickstoff des Allantoins auf eine andere Quelle gar nicht zurückgeführt werden kann, wohl aber, aus welchen vor ihm stehenden Producten der regressiven Stoffmetamorphose das Allantoin unmittelbar entsteht. Für die Beantwortung dieser Frage geben die bekannten chemischen Beziehungen des Allantoins einiges Material, welches, wenn es gleich seiner Natur nach zur definitiven Erledigung derselben nicht hinreicht, doch Wahrscheinlichkeitsschlüsse gestattet, auf die wir ja gegenwärtig leider in den meisten den Chemismus des lebenden Organismus betreffenden Problemen immer mehr oder weniger angewiesen sind. Die Zersetzungsproducte, welche die Harnsäure liefert, sind bekanntlich sehr mannigfaltig, allein es ist für unseren Zweck wichtig, dass sie unter der Einwirkung von oxydirenden Agentien in Producte übergeht, die entweder wirklich Allantoin enthalten oder von denen eines mindestens selbst aus Allantoin entstanden gedacht werden kann. Bleisuperoxyd führt die Harnsäure in Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure über, durch Ozon wird sie, wie ich gefunden habe, ebenfalls in Allan-

toin, Harnstoff und Kohlensäure verwandelt, durch Salpetersäure endlich wird neben zahlreichen anderen Zwischenproducten ebenfalls gewissermaassen als Endglied Harnstoff gebildet. Berücksichtigt man nun, dass Allantoin durch Salpetersäure selbst sehr leicht in Harnstoff übergeht, so ist es erklärlich, warum bei der Oxydation der Harnsäure durch Salpetersäure Allantoin als solches nicht auftritt. Wir sehen also Allantoin als constantes Oxydationsproduct der Harnsäure ausserhalb des Organismus auftreten und zwar auch unter Bedingungen (durch Behandlung mit activem Sauerstoff), die unseren gegenwärtigen Anschauungen nach mit den im Organismus bestehenden jedenfalls einige Analogie darbieten und wir werden daher die Abstammung des Allantoins von der Harnsäure als eine mindestens sehr wahrscheinliche bezeichnen dürfen. Ausser diesen chemischen Gründen sprechen aber für diese Anschauung auch die spärlichen physiologischen und pathologischen Momente, die uns zu Gebote stehen. Das Allantoin wurde im Harn von Kälbern nur so lange beobachtet, als dieselben gesäugt wurden, demnach thierische Nahrung erhielten. Unter diesen Bedingungen aber wird bekanntlich Harnsäure durch den Harn ausgeschieden, während bei vegetabilischer Nahrung im Harn Hippursäure auftritt. Der Harn der Kälber, so lange sie gesäugt werden, ist in der That auch sauer und führt neben Allantoin harnsaure Salze. Ebenso würde für diese Anschauung auch das von Frerichs und Städeler beobachtete Auftreten von Allantoin im Harn von Hunden sprechen, die die Erscheinungen von Respirationsstörungen darboten. Wenn wir annehmen, dass unter normalen Verhältnissen deshalb kein Allantoin im Harn auftritt, weil es weiter und zwar zu Harnstoff umgewandelt wird, so werden wir über das Auftreten desselben unter pathologischen Bedingungen, die eine Störung des Oxydationsprocesses im Thierkörper in sich schliessen, uns kaum eine andere Anschauung bilden können, wie diejenige, die auf der Abstammung des Allantoins von der Harnsäure und auf die Auffassung desselben als eines intermediären und unter normalen Bedingungen transitorischen, zwischen Harnsäure und Harnstoff stehenden Productes der regressiven Stoffmetamorphose fusst.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Die Frage nach den weiteren Verwandlungen des Allantoins im Organismus ist durch die obigen Erörterungen bereits erledigt. Wenn es überhaupt zur Allantoinbildung kommt und es wird dasselbe nicht als solches ausgeschieden, was unter normalen Verhältnissen des Organismus in der Regel nicht geschieht, so wird es unzweifelhaft in Harnstoff übergeführt, in welchen wir es ebensowohl durch Oxydationsmittel, als auch durch Fermente allerdings neben anderen Producten übergehen sehen. Ob es übrigens unter gewissen Bedingungen nicht auch zur Oxalsäurebildung beiträgt, was nach seinem chemischen Verhalten auch recht wohl möglich wäre, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Dass wir das Allantoin im Orga-

nismus verhältnissmässig so selten antreffen, hat seinen Grund jedenfalls darin, dass es unter normalen Bedingungen sogleich weiter verwandelt wird; sonach hat sein Auftreten gewissermaassen den Charakter einer Hemmungsbildung im physiologisch-chemischen Sinne.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Allantoins ergiebt sich aus dem Angeführten von selbst.

Wöhler: Göttinger Nachr. 1849, 61. — Frerichs und Städeler: Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, 393. Verh. der naturf. Gesellsch. in Zürich. III. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. CX, 94. CXXV, 209. — G. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. XXIV, 97.

Cystin: $C_6 H_7 N O_4 S_2$.

Cystin.

Farblose, durchsichtige, sechsseitige Tafeln und Blätter, geruch- und geschmacklos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, unlöslich in Wasser und Alkohol, löslich in Mineralsäuren und Oxalsäure. Leicht löslich in ätzenden und kohlensauren Alkalien, nicht aber in kohlensaurem Ammoniak. Aus seinen sauren Lösungen wird das Cystin am besten durch kohlensaures Ammoniak, aus seinen alkalischen durch Essigsäure gefällt. Beim Erhitzen schmilzt es und verbrennt mit blaugrüner Flamme. Durch Kochen mit Kalilauge wird es zersetzt; wird es mit einer alkalischen Bleioxydlösung gekocht, so scheidet sich Schwefelblei aus.

Mit Säuren bildet es salzartige, leicht versetzbare Verbindungen.

Mikroskopische Abbildungen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III. Fig. 6.

Vorkommen.

Vorkommen. Bis in die letzten Jahre nur als Bestandtheil sehr seltener Nieren- und Blasensteine bekannt, ist es seither auch im Harn und zwar sich als Sediment aus selbem ausscheidend, oder auch wohl gelöst bleibend, ausserdem in den Nieren des Rindes und in der Leber eines an Typhus verstorbenen Säufers nachgewiesen worden.

Physiologische Beziehungen.

Die physiologischen Beziehungen des Cystins sind noch sehr wenig aufgeklärt und ebenso wenig wissen wir sein pathologisches Auftreten zu deuten. Sicherlich stünde es darum besser, wenn uns das chemische Verhalten dieses merkwürdigen Körpers genauer bekannt wäre, als es leider der Fall ist und es zeigt sich gerade an diesem Beispiele recht deutlich, wie wichtig das früher so sehr vernachlässigte Studium der Zersetzungsproducte der Körper auch in physiologischer Beziehung ist. Nicht nur ist ohne ein solches eine bestimmte Anschauung über die chemische Constitution der Körper in der Regel nicht möglich, sondern es fehlen auch die Anhaltspunkte für eine Deutung ihrer Abstammung und ihrer im Organismus erfolgenden Metamorphosen. Alles diess hat nun in der That für das Cystin Geltung, dessen Verhalten gegen zersetzende Agentien so gut wie gar nicht bekannt ist.

Wir können daher auch über seine physiologischen Beziehungen nur so viel sagen, dass es als ein stickstoff- und schwefelreicher Körper nur

von stickstoff- und schwefelhaltigen Gewebsbestandtheilen herstammen kann und dass es, wofür die Seltenheit seines Vorkommens im Harn spricht, unter normalen Bedingungen entweder gar nicht gebildet, oder alsbald weiter verändert wird. Sein Vorkommen im Harn, stets nur unter eigenthümlichen pathologischen Verhältnissen beobachtet, könnte als ein Grund für die Annahme gelten, dass es als Product eines abnormen Stoffwechsels anzusehen sei, während anderseits sein Vorkommen in drüsigen Organen dafür zu sprechen scheint, dass es ein Durchgangspunkt des Stoffwechsels stickstoff- und schwefelreicher Gewebsbestandtheile sei, welcher unter normalen Verhältnissen weiter umgesetzt, unter gewissen abnormen aber als solcher ausgeschieden werde und sonach im Stoffwechsel eine ganz ähnliche Stellung einnehme, wie das Allantoin.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass ein näheres chemisches Studium des Cystins auch das auf seinen physiologischen Beziehungen gegenwärtig noch lastende Dunkel vielfach aufhellen würde.

W. H. Wollaston: Annal. de Chim. LXXVI, 21. — Lassaigne: Annal. de chim. et de pharm. XXIII, 328. — Thaulow: Annal. d. Chem. u. Pharm. XXVII, 197. — Grote: ebendas. CXXX, 206 — Toel: ebendas. XCVI, 247. — Milner Barry: Arch. of. med. I, p. 10. — Cloëtta: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCIX, 289. — J. Scherer: Arch. f. path. Anat. X, 228. — Bartels: Arch. f. path. Anat. XXVI, 419.

Guanin: $C_{10}H_5N_5O_2$.

Guanin.

Weisse bis gelblichweisse amorphe Masse, zusammenhängende Stücke bildend. Lässt sich leicht pulvern, geruch- und geschmacklos, in Wasser, Alkohol und Aether beinahe unlöslich, leicht löslich in Säuren und Alkalien. Kann bis über 200° C. erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen.

In Salpetersäure löst es sich ohne Gasentwickelung auf; nach dem Verjagen der Salpetersäure bleibt ein citronengelber Rückstand, der sich in Kali und Ammoniak mit tief gelbrother Farbe löst. Der nach dem Verjagen der Salpetersäure bleibende Rückstand enthält Xanthin und einen gelben Nitrokörper.

Durch Oxydation mit übermangansaurem Kali wird das Guanin in Harnstoff, Oxalsäure und Oxyguanin verwandelt.

Das Guanin verbindet sich mit Säuren, mit Basen und mit Salzen. Die Verbindungen mit Säuren sind krystallisirbar; das salzsaure Guanin giebt mit Platinchlorid eine Doppelverbindung, die in pomeranzengelben Krystallen anschiesst.

Mikroskop. Abbild. des salzsauren Guanins bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. III, Fig. 5.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Guanin wurde bisher im Thierorganismus aufgefunden: in der Bauchspeicheldrüse und in der Leber, in den irisirenden Massen aus den Schuppen und Schwimmblasen von Fischen und wurde als Hauptbestandtheil der Excremente der Spinnen erkannt. Auch im Harn wollte man es aufgefunden haben, es beruhte diese Beobachtung aber, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, auf einer Verwechselung des Guanins mit dem weiter unten abzuhandelnden Xanthin.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Zustände, in welchen das Guanin in der Pankreas und Leber vorkommt, kennt man nicht und es ist, wenn es darin überhaupt gelöst vorkommt, unaufgeklärt, wodurch die Lösung desselben bewerkstelligt wird. Mit den Spinnenexcrementen, die zum grössten Theile aus Guanin bestehen, wird es als eine gelblichweisse feste Masse ausgeschieden.

Abstammung.

Abstammung. Von der Abstammung des Guanins gilt dasselbe, was von der Abstammung der stickstoffhaltigen Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose überhaupt schon an verschiedenen Stellen dieses Buches angeführt wurde. Bei gewissen niederen Thieren ist das Guanin in der That Endproduct, indem es als solches vom Körper ausgeschieden wird, bei den höheren Thieren dagegen wird es, einmal gebildet, sofort weiter umgesetzt. Sowie Allantoin, Kreatin u. s. w. ist es jedenfalls transitorischer Träger des Stickstoffs, der von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen stammt, aber es ist unaufgeklärt, woraus es unmittelbar erzeugt wird. Es liegen vorläufig weder chemische, noch physiologisch-pathologische Thatsachen vor, die darüber irgend welche Aufschlüsse geben könnten.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Wenn nicht, wie dies bei den Arthropoden der Fall ist, das Guanin als eigentlich excrementieller Stoff aus dem Körper als solches ausgeschieden wird, so muss es im Organismus noch weiter umgesetzt werden. Ueber die Art und Weise dieser Umsetzungen kann aber kaum ein Zweifel bestehen, wenn man die chemischen Beziehungen des Guanins berücksichtigt. Vergleicht man die Formeln nachstehender stickstoffhaltiger Producte der regressiven Stoffmetemorphose:

Guanin	$C_{10} H_5 N_5 O_2$
Sarkin	$C_{10} H_4 N_4 O_2$
Xanthin	$C_{10} H_4 N_4 O_4$
Harnsäure	$C_{10} H_4 N_4 O_6$

so sieht man sogleich, dass Guanin in Sarkin durch Austritt von NH übergehen kann und dass Sarkin und Xanthin einfach durch Sauerstoffaufnahme, ersteres durch Aufnahme von 4, und letzteres von 2 Aeq. O in Harnsäure verwandelt werden könnten. In der That lassen sich Guanin und Sarkin durch Behandlung mit Salpetersäure in Xanthin verwandeln und Guanin kann nicht nur allein durch Oxydationsmittel in Harnstoff übergeführt werden, der unmittelbar auch aus Harnsäure erzeugt werden kann, sondern man hat auch gefunden, dass das Guanin, dem thierischen Organismus einverleibt, im Harn als solches nicht austritt, sondern den Harnstoffgehalt desselben vermehrt (G. Kerner). In neuerer Zeit endlich hat Strecker Guanin durch Behandlung mit Oxydationsmitteln in Xanthin, Parabansäure, Oxalursäure und Harnstoff übergeführt. Parabansäure und Oxalursäure sind aber Oxy-

dationsproducte der Harnsäure. Es wird daher das Guanin, sofern es im Organismus als Durchgangspunkt gebildet wird, jedenfalls in Harnstoff unter normalen Bedingungen und bei den höheren Thieren umgesetzt, wobei es dahingestellt bleiben muss, ob es vorher noch durch die Formen des Sarkins, Xanthins und der Harnsäure nothwendigerweise hindurchgeht oder nicht; dass es sie unter gewissen Voraussetzungen passirt, lehrt ihr Vorkommen im Thierorganismus.

Physiologische Bedeutung. Sie bedarf nach dem Angeführten keiner weiteren Erörterung.

Physiologische Bedeutung.

Unger: Annal. d. Chem. und Pharm. LIX, 58. — Gorup-Besanez u. Fr. Will: München. gel. Anz. 1848. 825. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. 277. — G. Kerner: ebendas. CIII, 219. — Strecker: ebendas. CVIII, 141; CXVIII, 151. — Barreswil: Compt. rend. LIII, 246. C. Voit: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XV. 515.

Sarkin (Hypoxanthin): $C_{10} H_4 N_4 O_2$.

Sarkin.

Farblose mikroskopische Krystallnadeln, sich aus heiss bereiteten Lösungen beim Erkalten in Gestalt weisser Flocken absetzend; bei raschem Abdampfen bleibt es in der Form sich abblätternder Schuppen zurück. In kaltem Wasser schwer, in kochendem leichter löslich, in Alkohol nur sehr wenig. In Säuren ohne Zersetzung löslich und ebenso in Alkalien. Aus den alkalischen Lösungen fällt es beim Einleiten von Kohlensäure, oder durch Zusatz von Essigsäure heraus.

Das Sarkin kann bis auf 150° C. erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen. Ueber diese Temperatur erhitzt, zersetzt es sich. Mit Säuren giebt es krystallisirbare salzartige Verbindungen und mit Platinchlorid ein Doppelsalz. Aehnlich den Amidosäuren vereinigt es sich aber auch mit Basen und Salzen.

Durch concentrirte Salpetersäure wird das Sarkin in Xanthin verwandelt.

In seinem Verhalten zu Reagentien verhält sich das Hypoxanthin dem Xanthin ausserordentlich ähnlich, doch kann man beide Körper, abgesehen von ihrer Zusammensetzung, durch ihr Verhalten gegen salpetersaures Silberoxyd unterscheiden. Aus der Lösung in ammoniakhaltigem Wasser scheidet salpetersaures Silberoxyd bei Gegenwart von Sarkin und von Xanthin eine Doppelverbindung aus, die in heisser Salpetersäure löslich ist. Die Sarkin-Silberoxydverbindung scheidet sich aber alsbald nach dem Erkalten der Lösung aus, während die Xanthinverbindung sich nur sehr allmählig absetzt.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Sarkin wurde bisher im Fleische des Pferdes, Hasen und Ochsen, im Herzmuskel dieser Thiere, der Milz des Ochsen, der Thymus des Kalbes, im Hirne (?), in der Leber des Menschen bei acuter gelber Atrophie dieses Organs und zwar constant von dem unten folgenden Xanthin begleitet aufgefunden. Das Vorkommen dieses Stoffes auch im Harne und im Blute, sowie auch in der Niere wird angegeben. Wegen der Schwierigkeit seiner Unterscheidung von dem sehr verbreiteten Xanthin bedürfte aber manche dieser Angaben einer Revision.

Physiologische Beziehungen.

Die physiologischen Beziehungen des Sarkins sind genau dieselben, wie die des Guanins, mit der Ausnahme, dass es in der absteigenden Stufenreihe der stickstoffhaltigen Producte der regressiven Stoffmetamorphose noch um eine Stufe tiefer steht wie dieses und daher aus ihm entstehend gedacht werden muss. Seine Verwandlungen im Organismus ergeben sich aus seiner Stellung zwischen Guanin einerseits und Xanthin anderseits von selbst. Jedenfalls geht im Organismus, ebenso wie auch ausserhalb desselben, durch Oxydationsmittel das Sarkin zunächst in Xanthin über, welches dann weiter zu Harnsäure und Harnstoff oxydirt wird.

Es ist in dieser Beziehung von besonderer Bedeutung, dass durch Wasserstoff *in statu nascendi* die Harnsäure in Sarkin und Xanthin zurückverwandelt wird.

Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXXXIII, 328. CVII, 314. CXII, 257; Verh. d. phys. med. Gesellsch. z. Würzb. II, 323. VII, 123; Arch. f. path. Anat. X, 228. — Gerhard: Verh. d. phys. med. Gesellsch. z. Würzb. — Virchow: Arch. für path. Anat. V, 41. — Strecker: Annal. d. Chem. u. Pharm. CII, 204. CVIII, 129. 141. CXVIII, 151. — Städeler: Ebendas. CXVI, 102.

Xanthin: $C_{10} H_4 N_4 O_4$.

Xanthin.

Getrocknet ein gelblich-weisses Pulver, durch Reiben Wachsglanz annehmend. Unter dem Mikroskop zeigt es keine Spur von Krystallisation. In kaltem Wasser wenig, in kochendem Wasser wenngleich schwierig löslich. Die wässerigen Lösungen hinterlassen beim Abdampfen das Xanthin in Gestalt einer sich abblätternden Haut. Auch in Säuren und Alkalien löst sich das Xanthin. Ueber 150° C. erhitzt, wird es zersetzt. Ist in verdünnter Salzsäure viel schwieriger löslich als das Sarkin.

In seinen Verbindungsverhältnissen gleicht das Xanthin dem Sarkin und Guanin, nur treten seine basischen Eigenschaften noch mehr zurück. Doch sind Verbindungen mit Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und auch mit Silberoxyd dargestellt.

Dampft man die Lösung des Xanthins in Salpetersäure kochend ein, so bleibt ein gelber Rückstand, der sich mit Kali gelbroth färbt, eine Farbe, die beim Erhitzen in Violettroth übergeht.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Xanthin ist zuerst in gewissen seltenen Harnsteinen nachgewiesen und unter dem Namen Xanthicoxyd, auch wohl harnige Säure beschrieben. Seither aber wurde es, allerdings in geringer Menge, im Harn nach dem Gebrauche der Schwefelbäder zu Limmer, und nach dem Einreiben starker Schwefelsalben (Dürr), ferner in zahlreichen drüsigen Organen, theils von Sarkin, theils von Guanin begleitet, nachgewiesen, so in Pancreas, Milz, Leber, Thymus, im Hirn und ausserdem im Muskelfleische der Säugethiere und der Fische. Auch in gewissen Guanosorten wurde es aufgefunden und im Harnsedimente eines Knaben von Bence Jones ein als Xanthin bezeichneter Körper beschrieben, der aber nach Scherer eher Sarkin gewesen zu sein scheint.

Physiologische Beziehungen

Die physiologischen Beziehungen des Xanthins sind denen des Sarkins und Guanins vollkommen analog und differiren überhaupt nur darin von einander, dass das Xanthin noch eine Stufe tiefer steht wie das Sarkin. Seine Abstammung kann nicht zweifelhaft sein, wenn man berücksichtigt, dass ebensowohl Guanin als Sarkin in Xanthin künstlich übergeführt werden können und wenn auch dasselbe noch nicht in Harnsäure und Harnstoff in unseren Laboratorien verwandelt wurde, so ist doch eine solche Umwandlung so gut wie gewiss. Nicht nur sein pathologisches Auftreten in Harnsteinen spricht dafür, sondern ebenso sehr die Analogie mit den ihm zunächst stehenden Stoffen, seine Zusammensetzung und endlich der Umstand, dass das Xanthin in seinem Vorkommen im Organismus häufig von Harnsäure begleitet wird, wie denn überhaupt auch Xanthin und Sarkin sich meist begleiten. Die chemische Natur und die Formeln des Guanins, Sarkins, Xanthins und der Harnsäure lassen überhaupt den genetischen Zusammenhang, der zwischen ihnen besteht, nicht verkennen.

Liebig und Wöhler: Annal. d. Chem. u. Pharm. XXVI, 340. — Scherer: ebendas. CVII, 314; CXII, 257. 275. 279. Städeler: Ebendas. CXI, 28. CXVI, 102. — Strecker: Ebendas. CXVIII, 144. — Thudichum: Med. Times and Gaz. 1858. 4. Dec. — Almén: Viertelj. d. naturf. Ges. in Zürich VI, 3. — Bence-Jones: Journ. of the chem. soc. XV, 78. — Phipson: Chem. News. VI, 16. — Dürr: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXIV, 45.

Harnstoff: $C_2 H_4 N_2 O_2$.
Amid der Kohlensäure.

Harnstoff.

Weisse, seidenglänzende, gestreifte vierseitige Prismen, die an den Enden sehr regelmässig durch ein oder zwei schiefe Endflächen geschlossen werden. Bei gestörter oder zu rascher Krystallisation bildet er feine weisse Nadeln. Geruchlos, von bitterlich-kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack, luftbeständig, zieht aber aus der Luft rasch Feuchtigkeit an und ist in Wasser und Alkohol sehr leicht, in Aether schwieriger löslich. Die wässerige Lösung hat keine Einwirkung auf Pflanzenfarben. Beim Erwärmen über 100° C. entwickelt er Ammoniak, schmilzt und wird zersetzt. Durch Oxydationsmittel, wie übermangansaures Kali und activen Sauerstoff, wird er nicht zersetzt, durch salpetrige Säure aber in Wasser, Stickstoff und Kohlensäure zerlegt.

Mikroskop. Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl Taf. III. Fig. 1.

Starke Mineralsäuren und die Hydrate der Alkalien verwandeln den Harnstoff in kohlensaures Ammoniumoxyd, und dieselbe Zersetzung erleidet eine wässerige Harnstofflösung, wenn derselben organische fäulnissfähige Substanzen, Fermente, zugesetzt werden. Dasselbe geschieht bei der Fäulniss des Harns unter dem Einfluss des als Ferment wirkenden Harnblasenschleims; erhitzt man endlich eine Harnstoffauflösung in zugeschmolzenen Glasröhren bis auf 230° C. bis 240° C., so findet dieselbe Umsetzung statt.

Umgekehrt kann man Harnstoff aus Kohlensäure und Ammoniak künstlich darstellen.

Diess Verhalten ist nicht bloss in theoretisch-chemischer, sondern auch in physiologischer und analytischer Beziehung interessant, da es über seine physiologische Bedeutung unzweifelhaften Aufschluss giebt und sich darauf gewisse Methoden zur

Gewichtsbestimmung gründen. Da die Zerlegung nämlich nach einer einfachen Formelgleichung unter Wasseraufnahme erfolgt, so kann man ebensowohl durch Wägen des bei seiner Zersetzung gebildeten Ammoniaks (Methode von Heintz), als auch durch Wägen der gebildeten Kohlensäure (Methode von Bunsen) seine Menge mit grosser Genauigkeit bestimmen.

Verbindungen des Harnstoffs. Der Harnstoff verbindet sich mit Säuren, mit Basen und mit Salzen. Diese Verbindungen sind von vielfacher praktischer Wichtigkeit und namentlich gilt dies von nachstehenden:

Salpetersaurer Harnstoff.

Salpetersaurer Harnstoff: $C_2 H_4 N_2 O_2, NO_5, NO$, scheidet sich auf Zusatz von mässig concentrirter Salpetersäure zu concentrirten Harnstofflösungen in Gestalt von glänzenden Blättchen, bei langsamer Krystallisation auch wohl in deutlich prismatischen Krystallen aus. Unter dem Mikroskop zeigen sich beim Zusammentreten von Harnstoff und Salpetersäure zuerst stumpfe Rhombenoctaëder, deren spitzere Winkel constant 82° sind; aus diesen entwickeln sich rhombische und hexagonale Tafeln, deren gegenüberstehende spitze Winkel ebenfalls 82° betragen. Diese Krystalle sind entweder einzeln, oder in gleichsam übereinandergeschobenen Massen zu sehen.

Gute Abbildungen von den mikroskopischen Krystallisationen des salpetersauren Harnstoffs geben Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XXX. Fig. 5, 6. Pl. XXXI, Fig. 1. u. Funke: Atl. der phys. Chem. 2te Aufl. Taf. III, Fig. 2.

Der salpetersaure Harnstoff ist luftbeständig, leicht löslich in Wasser, löslich in Weingeist, schwieriger in salpetersäurehaltigem. Die wässerige sauer reagirende Lösung wird durch Kochen in Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Stickstoffoxydul und Wasser zerlegt. Ueber 100° C. erhitzt, zersetzt sich der salpetersaure Harnstoff ebenfalls und zerfällt in Kohlensäure, Stickstoffoxydul, Harnstoff und salpetersaures Ammoniak. Rasch erhitzt, verpufft er. Oxalsäure schlägt aus concentrirten Lösungen von salpetersaurem Harnstoff oxalsauren Harnstoff nieder.

Oxalsaurer Harnstoff.

Oxalsaurer Harnstoff: $2(C_2 H_4 N_2 O_2), C_4 O_6, 4 HO$, bildet sich durch unmittelbare Vereinigung von Oxalsäure- und Harnstofflösungen in concentrirtem Zustande. Dünne, lange, gewöhnlich büschelförmig gruppirte Krystallblättchen, zuweilen ausgebildete Prismen. Unter dem Mikroskop zeigt der oxalsaure Harnstoff zuweilen ähnliche Formen wie der salpetersaure Harnstoff, doch sind die Winkelverhältnisse verschieden. Die mikroskopischen Formen des oxalsauren Harnstoffs sind übrigens so mannigfaltig, dass sie sich zur sicheren Erkennung des Harnstoffs nicht so eignen, wie die des salpetersauren Harnstoffs.

Gute Abbildungen der mikroskopischen Formen des oxalsauren Harnstoffs finden sich bei Robin und Verdeil: Atl. Pl. XXXI, Fig 2. Pl XXXII, Fig. 1 u. 2 und Funke: Atl. Taf. III, Fig. 3.

Der oxalsaure Harnstoff ist in kaltem Wasser schwer, in siedendem leichter löslich. In Alkohol ist er ziemlich schwierig löslich. Beim Erhitzen zersetzt er sich in kohlensaures Ammoniak und Cyanursäure.

Die Darstellung des salpetersauren oder oxalsauren Harnstoffs bildet in der Regel den Ausgangspunkt für den Nachweis des Harnstoffs in thierischen Substanzen, der unter Umständen von hoher physiologischer oder pathologischer Bedeutung sein kann. Namentlich dann, wenn man es mit sehr geringen Mengen zu thun hat, ist die mikroskopische Darstellung dieser beiden Verbindungen und das Studium ihrer Krystallform unter dem Mikroskop das einzige Mittel, die Gegenwart oder Abwesenheit des Harnstoffs zu ermitteln. Doch ist dabei grosse Vorsicht nöthig, denn unter Umständen und namentlich bei Gegenwart extractiver Materien zeigen salpetersaure Alkalien unter dem Mikroskop den Krystallisationen des salpetersauren Harnstoffs täuschend ähnliche Formen. Die Messung der Kry-

stallwinkel, wo es angeht und die Ermittelung des Verhaltens der Krystalle ist daher unumgänglich nothwendig, um sich vor Täuschung zu schützen. Volle Sicherheit giebt häufig nur die Darstellung des reinen Harnstoffs aus der salpetersauren oder oxalsauren Verbindung.

Salpetersaurer Quecksilberoxyd-Harnstoff.

Salpetersaurer Quecksilberoxyd-Harnstoff. Versetzt man eine Harnstofflösung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, so entsteht ein weisser flockiger Niederschlag, der je nach der Concentration der Flüssigkeit eine wechselnde Zusammensetzung zeigt. Man erhält dabei die Verbindungen:

$$C_2 H_4 N_2 O_2, 2 HgO, NO_5,$$
$$C_2 H_4 N_2 O_2, 3 HgO, NO_5,$$
$$C_2 H_4 N_2 O_2, 4 HgO, NO_5.$$

Wenn man einer verdünnten Harnstofflösung eine gleichfalls verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd allmählich zusetzt und die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron neutralisirt, so erhält man einen Niederschlag, der Harnstoff in Verbindung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd enthält. Fährt man mit dem Zusatz von Quecksilbersalz und kohlensaurem Natron abwechselnd fort, so lange noch dieser Niederschlag gebildet wird, so stellt sich ein Punkt ein, bei welchem durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. Zu diesem Zeitpunkt ist aller Harnstoff gefällt und der Niederschlag enthält 1 Aeq. Harnstoff auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd. Auf dieses Verhalten gründet sich die Liebig'sche Methode der quantitativen Bestimmung des im Harn enthaltenen Harnstoffs, welche für physiologische und ärztliche Zwecke sehr wichtig geworden ist.

Harnstoff-Chlornatrium.

Harnstoff-Chlornatrium: $C_2 H_4 N_2 O_2$, NaCl + 2 aq., scheidet sich in glänzenden rhombischen Prismen beim Verdunsten der Lösungen von Harnstoff und Kochsalz aus. Auch aus Menschenharn erhält man bisweilen diese Verbindung beim Abdampfen.

Vorkommen.

Vorkommen. Der Harnstoff ist der Hauptbestandtheil des Harns des Menschen und der Säugethiere, findet sich aber auch im Harn der Vögel und einiger Reptilien. Er wurde ferner nachgewiesen: in sämmtlichen Organen der Plagiostomen (Raja clavata, Raja Batis, Torpedo ocellata und marmorata, Spinax Adanthias, Scyllium canicula), im Blute des Menschen und der Säugethiere, im Chylus und der Lymphe verschiedener Säugethiere, in der Glasfeuchtigkeit des Auges, in der Amniosflüssigkeit und in dem von den Hautdrüsen von Bufo cinereus secernirten alkalischen Safte. Unter pathologischen Verhältnissen findet er sich im Schweisse, dann im Speichel, im Erbrochenen und in hydropischen Transsudaten, in der Galle.

Mengenverhältnisse.

Mengenverhältnisse. Ueber diese wird an anderen Orten das vorhandene und verwerthbare Material beigebracht werden.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Der Harnstoff gehört zu jenen Substanzen, welche im Organismus in einfacher Lösung vorkommen. In der

That genügt es, einen an Harnstoff einigermaassen reichen Harn einfach abzudampfen, um krystallisirten Harnstoff zu erhalten.

Abstammung.

Abstammung. Aus zahlreichen physiologischen Thatsachen ergiebt sich, dass der Harnstoff die ihrem chemischen Charakter nach auf der Gränze zwischen Organischem und Anorganischem stehende Form ist, in welcher der Stickstoff der Körperbestandtheile den Organismus unter normalen Bedingungen verlässt. Dies ergiebt sich ohne Weiteres aus dem Resultate zahlreicher biostatistischer Versuche, aus denen mit voller Bestimmtheit wenigstens so viel hervorgeht, dass wir den grössten Theil des dem Körper in der Nahrung und in der Gestalt von Albuminaten zugeführten Stickstoffs im Harnstoff wiedererhalten und ein weiterer Beweis liegt in der ebenfalls vielfach erhärteten Thatsache, dass er nach Genuss von thierischer Nahrung, namentlich nach reichlichem Fleischgenuss im Harne vermehrt ist. Beim Hungern der Thiere wird fortwährend noch Harnstoff und zwar bis zum eintretenden Hungertode erzeugt, der sonach in diesem Falle nur von den fortwährend umgesetzten Geweben stammen kann, welcher fortwährende Umsatz, wie bekannt, die Ursache der beim Hungern eintretenden Abmagerung, des Schwindens der Gewebe ist. Die Abstammung des Harnstoffs von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen: den Albuminaten und Albuminoiden, ist sonach als eine vollkommen feststehende Thatsache zu betrachten, die irgendwie anzufechten schon aus dem Grunde gänzlich unmöglich ist, weil dem Thierkörper von Stoffen, aus denen er sich bilden könnte, überhaupt nur Albuminate und Albuminoide in der Nahrung zugeführt werden, die sich als solche auch in den Ernährungsflüssigkeiten und in den Geweben des Thieres wiederfinden. Anderseits aber widerspricht es allen chemischen und physiologischen Erfahrungen anzunehmen, wie diess von einzelnen Seiten geschehen ist, dass der Uebergang der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile in Harnstoff ein directer, unmittelbarer sei, dass Albuminate und Albuminoide sofort in Harnstoff verwandelt werden könnten. Wir wollen in dieser Beziehung keineswegs ein besonderes Gewicht auf den Umstand legen, dass es uns nicht gelungen ist, aus Albuminaten Harnstoff künstlich zu erzeugen, aber es ist geradezu unmöglich, das Vorkommen zahlreicher stickstoffhaltiger, krystallisirbarer und in ihrem chemischen Verhalten mehr und mehr sich dem Harnstoff nähernder Substanzen im Organismus misszuverstehen, die zum grossen Theile in der That in Harnstoff verwandelt werden können und die zuweilen sogar in ihrem Vorkommen den Harnstoff begleiten. Wir erinnern hier nur an Kreatin, Allantoin, Guanin und an die weiter unten abzuhandelnde Harnsäure. Es bedarf nach Allem, was wir über die chemischen Vorgänge im Thierkörper wissen, gar keines besonderen Beweises, dass wir den Harnstoff als das Endproduct einer Reihe von Metamorphosen, als das Endglied einer Kette von Veränderungen zu be-

trachten haben, die die stickstoffhaltigen Körperbestandtheile während des Lebens und des dasselbe charakterisirenden Stoffumsatzes erleiden. Wir sind allerdings noch weit davon entfernt, alle einzelnen Glieder dieser grossen Kette auch wirklich zu kennen, aber mehrere Stoffe, die im Thierkörper vorkommen, vermögen wir in ihrer physiologischen Bedeutung gar nicht anders aufzufassen, denn als solche Zwischenglieder. Es gehören dahin: Kreatin und Kreatinin, Allantoin, Guanin, Sarkin und Xanthin und endlich Harnsäure. Ohne gegenwärtig noch das Bild des allmählichen Ueberganges der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile in Harnstoff in überall scharfen Umrissen zeichnen zu können, vermögen wir darüber doch so viel zu sagen, dass die Bildung des Harnstoffs das Schlussresultat einer Reihe mit einander alternirender und neben einander herlaufender Spaltungen und Oxydationen der Gewebsbestandtheile ist, in Folge deren sie in immer einfacher zusammengesetzte und ihrem Typus nach dem Anorganischen sich immer mehr nähernde Substanzen zerfallen, bis sie im Harnstoff, der nichts weiter wie Kohlensäure + Ammoniak — Wasser ist, auf der untersten Sprosse der Leiter angelangt sind. Dabei erfolgt die Abspaltung meist in der Weise, dass ein Spaltungsproduct stickstoffhaltig, das andere stickstofffrei, oder das eine stickstoffreich, das andere stickstoffarm ist. Für diesen Modus der Umsetzung giebt die organische Chemie mehrfache Belege. So zerfallen die Albuminate unter der Einwirkung zersetzender Agentien in Zersetzungsproducte, die den Stickstoff derselben in der Form von Ammoniak, von flüchtigen Basen, von Leucin und von Tyrosin enthalten und in stickstofffreie, flüchtige Säuren und Aldehyde. So geht das Kreatin durch Spaltung in den stickstoffreichen Harnstoff und das stickstoffärmere Sarkosin über, so liefert Guanin einerseits Harnstoff, anderseits das stickstoffärmere Oxyguanin und Oxalsäure, so Allantoin Harnstoff und Oxalsäure, so die Harnsäure Harnstoff, das stickstoffärmere Allantoin und Oxalsäure u. s. w. Bei dieser biochemischen Analyse entstehen demnach Körper, von denen der eine Theil sich immer mehr dem Typus des Ammoniaks und der andere dem der Kohlensäure nähert und es ist unzweifelhaft, dass Kohlensäure und Wasser das Endproduct der einen, und Ammoniak das Endproduct der andern ist. Im Harnstoff treten die beiden Typen der Kohlensäure und des Ammoniaks vereinigt als Amid der Kohlensäure aus und mit ihm nahezu aller Stickstoff der umgesetzten Körperbestandtheile, während ein Theil des Kohlenstoffs und der Schwefel der letzteren zur Gallenbildung verwendet wird, und ein Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs als Kohlensäure und Wasser durch Haut, Nieren und Lungen den Körper verlässt.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich die weitere Frage von selbst, aus welchen Producten der regressiven Stoffmetamorphose der Harnstoff im Körper unmittelbar erzeugt wird. Bei der Beantwortung derselben haben wir uns abermals bei der organischen Chemie Raths zu erholen

und die Aufschlüsse, die uns diese von ihrem Standpunkte aus zu geben fähig ist, mit den vorliegenden physiologisch-pathologischen Thatsachen zusammenzuhalten. Wenn wir diesen Weg einschlagen, so werden wir zu dem Schlusse gelangen, dass im Organismus jedenfalls aus Harnsäure Harnstoff erzeugt wird, während ein unmittelbarer Uebergang des Kreatins und Allantoins in Harnstoff mindestens wahrscheinlich ist. Die wichtigsten Gründe für diese Voraussetzungen sind folgende. Die Harnsäure wird durch Oxydationsmittel und einfach schon durch Hitze in Harnstoff verwandelt. Ja, es bedarf nicht einmal einer höheren Temperatur, um durch Oxydation aus der Harnsäure Harnstoff zu erhalten. Wenn man Harnsäure in Wasser vertheilt und mit Ozon behandelt, so wird das Ozon begierig aufgenommen, die Harnsäure verschwindet und in kurzer Zeit ist sie in Harnstoff, Allantoin und Kohlensäure verwandelt. Die Harnsäure ist ein constanter Begleiter des Harnstoffs im Organismus und wir sehen sie sich im Harn vorzugsweise dann anhäufen, wenn der Austausch der Gase in den Lungen gehindert ist, oder wenn wegen Störungen des Kreislaufs das Blut nicht so leicht die Lungengefässe durchströmen kann. Daher der Harnsäurereichthum des Harns bei Mangel an Bewegung, daher die Thatsache, dass reissende fleischfressende Thiere nach längerer Gefangenschaft einen häufig Harnsäuresedimente absetzenden Harn entleeren, daher der Harnsäurereichthum des Harns bei Emphysem der Lungen, bei Herzleiden, Leberkrankheiten und beim Fieber. Die Harnsäure nimmt der Menge nach also dann zu, wenn die Bedingungen ihrer Oxydation fehlen oder gemindert sind. Aus den zahlreichen Untersuchungen von Becquerel ergiebt sich ferner, dass die Menge des Harnstoffs im menschlichen Harn annähernd in umgekehrtem Verhältnisse zu jener der Harnsäure steht, dass sonach im Allgemeinen eine Vermehrung des Harnstoffs mit einer Verminderung der Harnsäure und umgekehrt Hand in Hand geht, was sich in vollkommener Uebereinstimmung mit der Annahme befindet, dass der Harnstoff aus der Harnsäure erzeugt wird. Je vollständiger die letztere in Harnstoff verwandelt wird, desto weniger wird sich natürlich im Organismus davon vorfinden und je unvollständiger der Gasaustausch in den Lungen und die Circulation von Statten geht und je gehemmter daher die Oxydation im Thierkörper erscheint, desto mehr muss sich die Harnsäure anhäufen. Endlich ergiebt sich auch aus den Versuchen von Wöhler und Frerichs, dass Harnsäure, theils von den ersten Wegen, theils vom Gefässsystem aus dem Organismus einverleibt, eine beträchtliche Vermehrung des Harnstoffs veranlasst, dass also in der That die Harnsäure im Organismus in Harnstoff übergehen kann, während in allen von Wöhler und Frerichs beobachteten Fällen gleichzeitig die Gegenwart von Oxalsäure constatirt und dadurch der Nachweis geliefert wurde, dass die Harnsäure sich im Organismus in ähnlicher Weise umsetze, wie durch Bleisuperoxyd und activen Sauerstoff; wir sagen in ähnlicher und nicht in gleicher Weise, weil bei den oben erwähnten Versuchen Allantoin im

Harn nicht nachzuweisen war. Doch wollen wir nicht verschweigen, dass Ranke bei seinen Untersuchungen ein umgekehrtes Verhältniss zwischen der Menge des Harnstoffs und der Harnsäure entgegen den allerdings umfassenderen Erfahrungen Becquerel's nicht beobachten konnte.

Ausser Harnsäure lassen sich auch Kreatin, Allantoin und Guanin in unseren Laboratorien in Harnstoff verwandeln und von ihnen weiss man überdies, dass sie, dem Organismus einverleibt, den Harnstoffgehalt des Harns vermehren. Da diese Stoffe nun in der That auch im Organismus als Producte der regressiven Stoffmetamorphose vorkommen, so erscheint es mindestens wahrscheinlich, dass auch sie bei der Bildung des Harnstoffs betheiligt sind.

Material für die Bildung des Harnstoffs.

Die Frage, ob der Harnstoff ausschliesslich aus den umgesetzten Geweben stamme, ob mit anderen Worten die Elemente des Harnstoffs früher Bestandtheile von Geweben gewesen sein müssen, oder ob neben dieser Abstammung des Harnstoffs noch eine andere möglich sei, ob nämlich die überschüssig dem Organismus in der Nahrung zugeführten Albuminate und Albuminoide, ohne zu Geweben zu werden, im Blute unmittelbar in Harnstoff umgesetzt werden können (sogenannte Luxusconsumtion), hat zu vielfachen Discussionen Veranlassung gegeben.

Vom Standpunkte der Chemie aus war die Meinung, es könnten Albuminate direct zu Harnstoff verbrannt werden, von jeher sehr unwahrscheinlich, denn für eine derartige Umwandlung fehlt es an allen chemischen Analogien. Nimmt man an, dass im Blute wirklich die Bedingungen zur directen Umsetzung der Albuminate in Harnstoff gegeben seien, so ist nicht einzusehen, warum dann nicht alle eingeführten Albuminate diese Umsetzung erleiden, was aber jede Ernährung aufheben würde. Denkt man sich aber die Sache so, dass zwar die Bedingungen vorhanden sind, aber nicht in dem Maasse, um alle Albuminate zu verbrennen, so müsste die Luxusconsumtion, d. h. die directe Umwandlung der Albuminate in Harnstoff dann am Grössten sein, wenn die Menge derselben am Geringsten ist, denn dann würden die Bedingungen dazu hinreichen. Die Luxusconsumtion wäre im Hungerzustande am Grössten (Bischoff).

Seit durch die mit bewundernswerther Ausdauer durchgeführten Experimentaluntersuchungen von C. Voit und Pettenkofer es auf das Bestimmteste nachgewiesen ist, dass beim Gleichgewichtszustande des Körpers bei Fleischfressern die Endglieder der Ausgaben ein wirkliches Aequivalent der Nahrung sind, was von Henneberg und Stohmann auch für die Pflanzenfresser als richtig befunden wurde, — so dass die täglich genossene Nahrung unter gewissen Bedingungen auch wirklich täglich umgesetzt wird, d. h. dem Stoffwechsel verfällt und seit C. Voit in überzeugender Weise dargethan, dass bei Thieren und Menschen im Normalzustande innerhalb 16 bis 18 Stunden die genossene Nahrung auch wirklich vollständig verdaut ist, haben die aus dem verhältnissmässig raschen Ansteigen des Harnstoffs im Harn nach reichlicher stick-

stoffhaltiger Nahrung geschöpften Gründe für die Luxusconsumtion ihre Bedeutung verloren. Da nun überdies die Beobachtung, dass die Menge des Harnstoffs im Harn rasch zunehme nach Genuss von Glycin, Alloxanthin, Theïn, Harnsäure, Substanzen, die als solche nicht geeignet erscheinen zu Gewebsbestandtheilen zu werden, für die Frage, ob Albuminate im Blute direct zu Harnstoff verbrennen können, gar keinen Werth beanspruchen kann, da alle die vorgenannten Substanzen dem Harnstoff bereits sehr nahe stehen, während für die Albuminate das Gegentheil gilt, so dürfte die Luxusconsumtion in der Physiologie vorläufig ihre Rolle ausgespielt haben.

Ort der Bildung des Harnstoffs.

Was den Ort der Bildung des Harnstoffs anbetrifft, so hat man in früheren Zeiten geglaubt, derselbe werde erst in den Nieren gebildet, welche demzufolge als harnbereitendes Organ in dem Sinne aufgefasst wurden, in welchem die Leber als gallenbereitendes erscheint. Durch zahlreiche, theils anatomisch-histologische, theils experimentalphysiologische Untersuchungen (Prévost und Dumas, Ségalas, Gmelin, Tiedemann, Mitscherlich, Marchand, Hammond, Munk), die, soweit die chemischen Verhältnisse dabei in Betracht kamen, übereinstimmend constatirten, dass bei verschiedenen Thieren (Hunden, Hammeln, Katzen und Kaninchen) Aufhebung der Nierenfunction durch Exstirpation des Organs, Ligatur der Nierengefässe etc., Ansammlung des Harnstoffs im Blute und den Geweben zur Folge habe, hat sich aber die Ansicht festgestellt, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren gebildet, sondern denselben schon fertig gebildet zugeführt werde. Erst in jüngster Zeit fing man an, an dieser durch zahlreiche Beobachtungen der bewährtesten Forscher gestützten Theorie zu rütteln; während Oppler aus der von ihm gemachten Beobachtung, dass bei Hunden, welchen die Harnleiter unterbunden waren, die Ansammlung von Harnstoff in Blut und Geweben eine bedeutendere war, als dann, wenn den Thieren die Nieren exstirpirt wurden, den Schluss zog, dass ein Theil des Harnstoffs in den Nieren selbst erst gebildet werden müsse und Perls zu demselben Schlusse kam, weil er bei Kaninchen, denen die Nieren exstirpirt waren, keine Harnstoffansammlung in den Muskeln fand (das Blut wurde gar nicht untersucht), hat nun vor Kurzem Zalesky sich dahin ausgesprochen, dass die wesentlichste Menge des Harnstoffs erst in den Nieren entstehe, weil er bei Hunden nach der Nierenexstirpation nicht mehr Harnstoff im Blute fand wie bei gesunden Thieren, während nach Unterbindung der Ureteren Harnstoffanhäufung im Blute beobachtet wurde. Es wären demnach durch diese Versuche, wenn ihre Beweiskraft anerkannt werden müsste, die seit 45 Jahren, durch fortwährend beigeschafftes Material fester begründeten Ansichten über den Ort der Bildung des Harnstoffs geradezu auf den Kopf gestellt. Meissner hat aber vor Kurzem in überzeugender Weise dargethan, dass die Beweiskraft der oben citirten Versuche nicht hinreicht, um die daraus gezogenen Schlüsse zu rechtfertigen. Bei seinen Versuchen kam er nämlich zu wesentlich

abweichenden Resultaten. Er fand nicht nur, dass bei Kaninchen nach Unterbindung der Ureteren eine bedeutende Vermehrung des Harnstoffs im Blute stattfindet, sondern auch nach Unterbindung sämmtlicher Nierengefässe, welche in ihrer Wirkung mit der Nierenexstirpation gleichbedeutend sein musste und ebenso auch nach der Nierenexstirpation selbst. In allen Fällen constatirte er ausserdem die Gegenwart des Harnstoffs in den Muskeln und in der Leber, einmal auch im Gehirn. Auch konnte er niemals einen Unterschied in der Harnstoffanhäufung im Blute bei Unterbindung der Harnleiter und bei Nierenexstirpation constatiren. Nach Exstirpation beider Nieren bei Hunden fand er weniger Harnstoff im Blute wie bei Kaninchen, aber immerhin mehr wie im normalen Zustande. Was die Beweiskraft der von Oppler und Zalesky an Hunden angestellten Versuche, wie Meissner hervorhebt, ganz besonders beeinträchtigt, ist der Umstand, dass die genannten Forscher die schon von Marchand constatirte, seither aber von Cl. Bérnard und Barreswil, sowie von Hammond näher erörterte Thatsache zum Theil nicht gekannt, zum Theil nicht hinreichend berücksichtigt haben, dass nach Aufhebung der Nierenfunction der Harnstoff bei Hammeln (Marchand) und Hunden vicarirend von der Magen- und Darmschleimhaut ausgeschieden werden kann. Bérnard und Barreswil schon fanden bei solchen nephrotomirten Hunden, welche häufig Erbrechen und Kothentleerung hatten, keine Anhäufung des Harnstoffs im Blute nach dem Tode, wohl aber an lebenden Hunden im entzogenen Blute, wenn die obigen Entleerungen sistirten und im Blute solcher nephrotomirter Hunde, bei welchen keine derartigen Entleerungen stattfanden. Hammond und Marchand fanden endlich Harnstoff im Mageninhalt und Erbrochenen, dasselbe fand Oppler selbst. Da nun diese Verhältnisse von den genannten Beobachtern gar nicht oder ungenügend berücksichtigt wurden, die Resultate ihrer Versuche unter sich selbst nicht stimmen, mit jenen zahlreicher bewährter Physiologen aber theilweise im Widerspruch stehen, so erscheinen sie nicht geeignet, der Ansicht, dass ein Theil des Harnstoffs erst in den Nieren gebildet werde, irgend eine exacte Stütze zu verleihen. Daraus aber, dass der Harnstoff nicht in den Nieren erzeugt werde, sofort zu schliessen, dass seine Bildung im Blute vor sich gehe, würde eben so voreilig sein und es sprechen gegen diese Voraussetzung alle jene Gründe, welche gegen die directe Oxydation der Albuminate der Nahrung zu Harnstoff geltend gemacht wurden und auf die wir daher nicht wieder zurückkommen wollen. Es ist allerdings richtig, dass in den Geweben bisher Harnstoff nicht nachgewiesen werden konnte, während darin diejenigen Stoffe, die nach allen Erfahrungen zur Harnstoffbildung verwendet werden, wie Kreatin, Guanin, Sarkin, Xanthin, Harnsäure u. s. w., aufgefunden wurden; allein wenn man berücksichtigt, wie klein die Harnstoffmengen sind, die man selbst im normalen Blute nachzuweisen vermag und die hier doch von der Summe aller Gewebe stammen und wie rasch die einmal ins Blut aufgenommenen unter normalen

Bedingungen wieder aus selbem entfernt werden, so dürfte das negative Resultat der bisherigen Versuche, in den Geweben selbst Harnstoff nachzuweisen, an Beweiskraft sehr einbüssen; doch muss zugegeben werden, dass gegen die von Lehmann vertretene Ansicht, wonach der Harnstoff im Blute aus den in den Geweben gebildeten und ihm chemisch schon nahe stehenden Stoffen, wie Kreatin, Harnsäure etc., gebildet werden könnte, in dieser Beschränkung nichts Erhebliches vorzubringen ist und dass für diese Möglichkeit die Thatsache angeführt werden kann, dass Stoffe wie Kreatin, Allantoin, Harnsäure u. s. w. ins Blut gebracht, den Harnstoffgehalt des Harns vermehren, so wie auch die von Munk, Oppler, Perls, Zalesky und Meissner übereinstimmend constatirte Vermehrung des Kreatins in den Muskeln nach Aufhebung der Nierenfunction für eine Betheiligung des Kreatins bei der Bildung des Harnstoffs geltend gemacht werden kann.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen erleidet der Harnstoff im Organismus keine weiteren Verwandlungen; er ist das Endproduct der regressiven Stoffmetamorphose und tritt als solches aus dem Körper. Unter mancherlei pathologischen Verhältnissen dagegen erleidet er allerdings im Organismus schon Veränderungen, die er unter gewöhnlichen Bedingungen erst ausserhalb desselben erfährt. So geschieht es zuweilen, dass der gelassene Harn stark alkalisch reagirt und mit Säuren braust, demnach kohlensaures Ammoniak enthält, welches durch Spaltung des Harnstoffs bereits in der Blase entstanden ist, indem der Harnblasenschleim reichlicher abgesondert, bereits dort jene Veränderungen erleidet, wodurch er zu einem Fermente für Harnstoff wird. Demgemäss beobachtet man diese Erscheinung zumeist bei inveterirtem Blasencatarrh, überdies aber auch bei Rückenmarksleiden. Auch im Blute kann unter pathologischen Verhältnissen eine Spaltung des dort angehäuften Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak stattfinden, so bei der Cholera und bei anderen Krankheiten. Die bei Harnretention (Urämie) auftretenden Erscheinungen wurden von dem Harnstoffgehalte des Blutes (Gallois, Hammond) oder dem aus seiner Zersetzung hervorgehenden kohlensauren Ammoniak (Frerichs) abgeleitet, später wurde die letztere Annahme von verschiedenen Forschern bekämpft (Hammond, Oppler, Kühne und Strauch), von anderen zu stützen gesucht (Petroff) und werden diese Erscheinungen nun endlich auf mechanische Momente zurückgeführt (Traube). Die Frage ist eine noch völlig unerledigte. Dass auch bei Thieren, bei welchen der Harnstoff fehlt (Vögeln), nach Unterbindung der Ureteren urämische Erscheinungen eintreten, mag hier erwähnt werden.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung des Harnstoffs für den Thierkörper ergiebt sich aus den bereits erörterten Beziehungen desselben von selbst, sie ist die eines Excretionsstoffs; der

Harnstoff ist diejenige Form, in welcher der Stickstoff, nachdem er im Körper durch vielerlei intermediäre Formen passirt ist, den Körper verlässt, um nun wieder anderen Processen zu dienen und insofern nach den neueren Untersuchungen es als ausgemacht gelten kann, dass aller Stickstoff der dem Körper in der Nahrung zugeführten und zur Regeneration der Gewebe bestimmten Albuminate, insofern er nicht im Kothe enthalten ist, im Harn wieder erscheint, gewinnt er eine weitere physiologische Bedeutung, indem nämlich unter gewissen Bedingungen und Einschränkungen seine Ausscheidungsgrösse als Maass für die Energie des Stoffwechsels verwerthet werden kann. Erscheint nun aber der Harnstoff für das Thier als die letzte Stufe seiner Umsetzungen, so ist er anderseits eine Substanz, welche durch einfache Abspaltung in zwei directe Nahrungsstoffe der Pflanzen, in Ammoniak und Kohlensäure übergehen kann und in der That sofort übergeht, sowie sie mit dem Harn den Körper verlassen hat und dieser sich selbst überlassen bleibt; sowie der Harn zu faulen beginnt, zerfällt der Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak. Kohlensäure und Ammoniak aber sind zwei der wichtigsten Nährstoffe für die Pflanzen und indem die Producte der Fäulniss des Harns der Luft und dem Boden wiedergegeben werden, werden sie unmittelbar zum Aufbau des Leibes der Pflanzen verwendet und in diesem Sinne gilt auch für den Harnstoff der Satz: die letzten Producte der regressiven Stoffmetamorphose der Thiere sind die ersten Bausteine der progressiven Stoffmetamorphose der Pflanzen.

Literatur: Ueber die Frage der Bildung und Abstammung des Harnstoffs ist zu vergleichen: Prévost et Dumas: Annal. de Chim. et de Phys. 1823. XXII, 1. p. 90. — Gmelin: Poggend. Annal. XXXI, 289. — Lehmann: Journ. f. prakt. Chem. XXV, 22. XXVII, 257. — Derselbe: Lehrb. d. phys. Chem. 2te Aufl. I, 167; Handb. d. phys. Chem. S. 121. — Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XI, 454. Bd. XIV, 449. — Liebig: Thierchemie. 1ste Aufl. 147. 251. — Picard: de la présence de l'urée dans le sang. These. Strasbourg 1856. — Poiseuille et Gobley: Compt. rend. 1859. II, 164. — Gallois: Compt. rend. XLIV, 734. — Cl. Bérnard u. Barreswil: Arch. géneral de méd. XIII, 449. — Bérnard: Leçons etc. Paris 1859. — Krahmer: Journ. f. prakt. Chem. XLI, 1. — Mulder: Vers. einer phys. Chemie. II, 1254. — Frerichs: Müller's Arch. 1848. S. 469 u. Artikel: Verdauung u. Ernährung in Wagner's Handwörterb. der Physiol. — Bidder u. Schmidt: Verdauungss. u. Stoffwechsel. Mitau 1852. — L. W. Bischoff: Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853. — Derselbe: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. XIV, 1. — K. Voit: Beitr. z. Kreislauf des Stickstoffs u. s. w. Inauguraldissert. München 1857. — Physiol. chem. Untersuch. 1857. — Derselbe: Zeitschr. f. Biologie. 1865. 1, 69. 110. 283. — Derselbe: Ebendas. 1866. I, 6. 77. — Th. L. W. Bischoff u. K. Voit: Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig u. Heidelberg 1860. — Pettenkofer u. Voit: Annal. d. Chem. u. Pharm. 1863. Suppl. II, 361. — J. Ranke: Arch. für Anat. u. Phys. 1862, 311. — Henneberg u. Stohmann: Beiträge zur Begründ. einer rat. Fütterung des Wiederkäuers. 1860. 1. Hft. 1864. 2. Hft. — Hammond: American Journ. of med. sc. XLI, 55. — Oppler: Arch. f. path. Anat. XXI, 260. — Munk: Berl. klin. Wochenschr. 1864. Nr. 4. — Perls: Königsb. med. Jahrb. IV. 56. — Zalesky: Untersuch. über den urämischen Process etc. Tübingen 1865. —

G. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. XXVI, 225. — Petroff: Arch. f. path. Anat. XXV, 91.

b. Stickstoffhaltige Säuren.

Hippursäure: $C_{18} H_9 N O_6$.

Hippursäure.

Grosse, wohlausgebildete, milchweisse vierseitige Prismen; geruchlos, von schwach bitterlichem Geschmack, in kochendem Wasser und Weingeist leicht, in kaltem Wasser und Aether aber schwieriger löslich. Die Lösungen zeigen deutlich saure Reaction. Beim Erhitzen schmilzt die Hippursäure zu einem öligen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen zerfällt sie anfangs in Benzoësäure und benzoësaures Ammoniak, hierauf in Benzonitril, Blausäure und einen harzartigen Körper.

Mit Salzsäure, Schwefelsäure oder anderen starken Säuren, oder auch mit Alkalien gekocht, spaltet sich die Hippursäure in Benzoësäure und Glycin; eine ähnliche Zersetzung erleidet sie durch Fermente in alkalischen Flüssigkeiten, z. B. in faulendem Harn. Durch Bleisuperoxyd wird sie in Benzamid, Kohlensäure und Wasser, durch salpetrige Säure in Benzoglycolsäure, durch ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure in Nitrohippursäure verwandelt.

Die hippursauren Salze sind krystallisirbar und meist in Wasser löslich. Die Lösungen der hippursauren Salze werden durch stärkere Säuren unter Ausscheidung der Hippursäure zersetzt.

Gute Abbildungen von Hippursäure und hippursaurem Kalk finden sich bei Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XX. XXI. XXII. XLIV; und bei Funke: Atl. d. phys. Chem. 2te Aufl. Taf. VIII. Fig. 2 u. 3.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Hippursäure ist ein normaler Bestandtheil des Harns pflanzenfressender Säugethiere, vor Allem der Pferde, dann aber auch des Rindes, der Ziege, des Schafes, des Hasen, Elephanten, der Kameele u. a. m. Im menschlichen Harn ist sie bei gesunden Individuen und normaler Nahrung in geringer Menge enthalten, allein bei ausschliesslicher Pflanzenkost vermehrt sie sich darin derart, dass ihre Menge der im Harn von Herbivoren auftretenden gleichkommt; auch bei Diabetes mellitus nimmt ihre Menge im Menschenharne zu. Ausserdem wurde die Hippursäure in den Excrementen von Testudo graeca und tabulata, gewisser Schmetterlinge und Habichtsmotten und in den Hautschuppen bei Ichthyosis nachgewiesen, endlich ihre Gegenwart in den Nebennieren der Pflanzenfresser wahrscheinlich gemacht. Auch im Castoreum soll sie vorkommen. Ihr früher behauptetes Vorkommen im Blute der Pflanzenfresser (Verdeil u. Dollfuss) und im Schweisse nach Genuss von Benzoësäure (H. Meissner) konnten G. Meissner und Shepard nicht bestätigen.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Wenn man von dem Vorkommen der Hippursäure im Organismus spricht, so versteht man darunter keineswegs freie Hippursäure, denn solche scheint im Organismus nicht vorzukommen, sondern hippursaure Salze. In der That ist die Hippursäure im Organismus stets an Basen gebunden, namentlich an Natron und Kalk

und in dieser Form gelöst. Geringe Mengen könnten allerdings auch wohl als freie Hippursäure gelöst sein, allein ihre Hauptmenge ist sicherlich stets an Basen gebunden und zwar im Harn der Pferde hauptsächlich an Kalk. Durch einfaches Abdampfen des Pferdeharns kann der hippursaure Kalk krystallisirt erhalten werden.

Abstammung.

Abstammung. Die Frage nach der Abstammung der Hippursäure beansprucht aus mehrfachen Gründen ein besonderes Interesse. Vor Allem deshalb, weil ihre Bildung mit der Art der Nahrung in innigem Zusammenhange steht. In der That ist die Hippursäure, wie oben bemerkt wurde, ein Normalbestandtheil des Harns pflanzenfressender Säugethiere, während bei fleischfressenden ihre Stelle durch Harnsäure vertreten ist. Allein auch bei Pflanzenfressern ist, wie sich dies aus den Untersuchungen von Weismann, sowie aus jenen von G. Meissner und Shepard mit voller Bestimmtheit ergiebt, das Auftreten der Hippursäure im Harn und ihre Menge abhängig von der Art der Fütterung. Fütterung mit Gras, Kleie und Heu liefert reichlich Hippursäure, während bei Ernährung mit enthülsten Getreidesamen, Mohrrüben, weissen und Runkelrüben, Kartoffeln und fleischigen Früchten die Hippursäure an Menge sehr zurücktritt, oder wohl auch gänzlich fehlt. Beim Menschen erfährt die Menge der Hippursäure bei Pflanzenkost eine bedeutende Vermehrung und damit im Einklang steht die Beobachtung Wöhler's, wonach im Harn von Kälbern die Hippursäure so lange fehlt, als sie noch keine vegetabilische Nahrung genossen haben. Die Hippursäure ist weiterhin eine Verbindung, deren Bildung in dem Organismus nicht nur allein durch die Art der Nahrung, sondern auch auf anderem Wege willkürlich hervorgerufen werden kann. Nach der Einführung von Benzoësäure oder von solchen Substanzen, die wie Bittermandelöl und Zimmtsäure leicht in Benzoësäure übergehen, erscheint im Harn von Pflanzenfressern, Menschen und Hunden reichlich Hippursäure; auch Chinasäure geht bei Menschen und Pflanzenfressern in den Harn als Hippursäure über, während im Widerspruch mit den Beobachtungen von Mattschersky bei Fleischfressern (Katzen und Hunden) G. Meissner und Shepard einen Uebergang der Chinasäure in Hippursäure nicht constatiren konnten. Vergleicht man die Formel der Benzoësäure mit jener der Hippursäure, so sieht man sogleich, dass die Hippursäure als eine mit Glycin gepaarte Benzoësäure betrachtet werden kann, aus der die Elemente des Wassers bei der Vereinigung beider Stoffe ausgetreten sind, dass sie mit anderen als Benzacetomidosäure betrachtet werden kann:

Benzoësäure	=	$C_{14}\,H_6\,O_4$
Glycin		$C_4\,H_5\,N\,O_4$
		$C_{18}\,H_{11}\,N\,O_8$
	—	$H_2\,O_2$
Hippursäure		$C_{18}\,H_9\,N\,O_6$

Mit dieser Anschauung stehen nun in der That alle chemischen Beziehungen der Hippursäure im Einklange. Durch Behandlung mit Säuren zerfällt sie in Benzoësäure und Glycin, unter der Einwirkung von Fermenten spaltet sie sich in Benzoësäure und Zersetzungsproducte des Glycins, durch Behandlung mit salpetriger Säure liefert sie Benzoglycolsäure, endlich lässt sie sich auf synthetischem Wege aus Benzoësäure und Glycin, oder auch aus Benzoylchlorür und Glycin-Zink künstlich darstellen. Wenn wir nun die Benzoësäure im Organismus in Hippursäure übergehen sehen, ja wenn wir sogar beobachten, dass die der Benzoësäure homologen und analogen Säuren: die Toluylsäure und die Salicylsäure, sich im Organismus ganz ähnlich verhalten, indem sie dabei die mit Glycin gepaarte Tolursäure und Salicylursäure liefern, so liegt es sicherlich nahe, anzunehmen, dass die Benzoësäure und die ihr ähnlichen stickstofffreien Säuren im Organismus die Elemente des Glycins aufnehmen; dies gewinnt an Bedeutsamkeit, wenn man sich erinnert, dass Glycin zwar als solches im Thierkörper bisher noch nicht aufgefunden wurde, dass es aber ein Zersetzungsproduct der leimgebenden Gewebe ist und in gepaarter Verbindung in der Galle in der Form von Glykocholsäure vorkommt. Aus dem Angeführten erhellt von selbst, dass für die Erforschung der Bildung der Hippursäure im Thierkörper mehrfache Anhaltspunkte gegeben sind und dass gerade diese Säure eine treffliche Veranlassung darbietet, an unsere Anschauungen über den Chemismus im Thierkörper den prüfenden Maassstab der Thatsachen anzulegen. Zunächst entsteht die Frage, ob die Bildungsweise der Hippursäure, welche nach der Einführung von Benzoësäure und verwandten Stoffen sich im Harne findet, deren Entstehung demnach gleichsam willkürlich hervorgerufen werden kann, auch für jene Hippursäure gilt, die ohne eine solche Einführung unter normalen Ernährungsverhältnissen im Organismus der Pflanzenfresser gebildet wird, ob mithin in der Nahrung der letzteren der stickstofffreie Paarling der Hippursäure: die Benzoësäure, oder eine Verbindung, die in Benzoësäure leicht übergehen kann, bereits enthalten ist, sonach der Stoffwechsel dazu nur den stickstoffhaltigen Paarling: das Glycin, beiträgt, oder ob die Bildungsweise der sogenannten normalen Hippursäure eine wesentlich verschiedene ist und beide Componenten derselben von den umgesetzten Geweben geliefert werden. Dass Letzteres möglich ist, lehrt, die Richtigkeit derselben vorausgesetzt, die Beobachtung von Schultzen, welcher die Hippursäure im Harn einer Verhungernden nicht allein nachwies, sondern sogar mehr wie doppelt so viel fand, als die normale Menge im menschlichen Harn beträgt. Nachdem von verschiedenen Seiten angestellte Untersuchungen übereinstimmend gezeigt haben, dass die Albuminate bei der Behandlung mit Oxydationsmitteln Benzoësäure und Bittermandelöl liefern, ist vom theoretischen Standpunkte auch nichts Erhebliches gegen eine derartige Entstehung der Hippursäure einzuwenden, allein bewiesen ist sie keineswegs und es sind die praktischen Erfahrungen bezüglich des Einflusses der Fütterungsart auf die Hippur-

säurebildung nicht wohl mit obiger Voraussetzung vereinbar. Zwar haben die Versuche von Hallwachs ergeben, dass in den Futterkräutern, nach deren Genuss eine Kuh reichlich Hippursäure ausschied, weder Benzoësäure noch irgend eine andere Benzoylverbindung enthalten war, sowie dass das früher nicht selten für Benzoësäure gehaltene und in einigen Pflanzen vorkommende Cumarin ebensowohl als auch das Chlorophyll unverändert durch den Organismus hindurchgehen, auch ist die von Lautemann ausgesprochene Vermuthung, dass die im Heidelbeerkraut vorkommende Chinasäure auch wohl in Gräsern und Futterkräutern enthalten sein möge, nicht näher geprüft; aber G. Meissner und Shepard haben vor Kurzem die wichtige Entdeckung gemacht, dass einen hippursäurereichen Harn liefernde Futtersubstanzen: Gras, Heu, Kleie, mit indifferenten Lösungsmitteln, sowie alternirend mit Säuren und Alkalien erschöpft, sonach wie bei der Darstellung der Cellulose behandelt, einen Rückstand liefern, die sogenannte Rohfaser oder das Fasergerüste der Pflanzen, welches verfüttert, ebenfalls einen hippursäurereichen Harn giebt. Dieser Rückstand, nahezu stickstofffrei und aus Cellulose, Lignin oder den sogenannten incrustirenden Substanzen und der Cuticularsubstanz bestehend, enthält demnach einen Stoff, der die Hippursäurebildung vermittelt und den stickstofffreien Paarling liefert. Aus zahlreichen und umsichtigen, allerdings aber keineswegs durchaus entscheidenden Versuchen schliessen G. Meissner und Shepard, dass der Hippursäure bildende Stoff in der Rohfaser die Cuticularsubstanz sei, welche in Form der sogenannten Cuticula die ganze der Luft ausgesetzte Oberfläche der höheren Pflanzen überzieht, sich von der äusseren Fläche der Epidermis als eine zusammenhängende Membran durch Maceration abziehen lässt, und in möglichst gereinigtem Zustande eine der Chinasäure ähnliche Zusammensetzung besitzt. Für die Fähigkeit der Pflanzenfresser, die Rohfaser auch wirklich zu verdauen, haben schon Henneberg und Stohmann Beweise beigebracht und zugleich ermittelt, dass bei Rindern bei Verabreichung eines zur Production von viel Hippursäure geeigneten sogenannten Rauhfutters: Cerealienstroh und Wiesenheu, der Zusatz von leicht verdaulichem Beifutter ein Zurücktreten der Hippursäure und vermehrte Harnstoffausscheidung zur Folge hatte. Dasselbe Moment also, welches bewirkte, dass die Thiere weniger Rohfaser verdauten, bewirkte auch zugleich, dass die Hippursäuremenge im Harn abnahm. Was den Ort der Bildung der Hippursäure betrifft, so glaubten Kühne und Hallwachs durch eine Reihe von Versuchen gezeigt zu haben, wie die Synthese der Hippursäure im Organismus erfolge. Sie stellten sich zunächst die Aufgabe, zu ermitteln, wo die in den Körper von Aussen eingeführte Benzoësäure die Umwandlung in Hippursäure erleidet, ob diese Umwandlung im grossen Kreislauf, oder im Darm, oder innerhalb des Leberkreislaufs erfolge und fanden, dass benzoësaures Natron in Quantitäten, welche 1 bis 4 Grm. Benzoësäure entsprachen, in die Jugular- und Cruralvenen injicirt, in dem Harn wie-

der als solches erschien, woraus hervorgehen würde, dass der grosse Kreislauf im Allgemeinen nicht der Ort der Umwandlung der Benzoësäure ist. Wurde bei einem Hunde durch eine Gallenfistel der Zufluss der Galle in den Darm verhindert und ihm theils Benzoësäure, theils benzoësaures Natron eingegeben, so enthielt der Harn stets Hippursäure und keine Benzoësäure. Ebenso fand sich in dem Darminhalte eines Hundes, der eine Stunde vor dem Tode 2 Grm. Benzoësäure erhalten hatte, nur Benzoësäure, aber keine Hippursäure vor, woraus folgen würde, dass die Hippursäure auch nicht im Darm etwa durch Vermittelung der Galle erzeugt wird. Wurde aber einer Katze die ganze Leber sammt dem Ductus choledochus nebst allen zu- und abführenden Gefässen unterbunden und dem Thiere Benzoësäure als benzoësaures Natron gegeben, so enthielt der Harn nach dem Tode des Thieres untersucht keine Hippursäure, aber viel Benzoësäure, was beweisen würde, dass die Benzoësäure bei Ausschluss des Leberkreislaufes unverändert in den Harn übergeht. Wenn demnach die Benzoësäure nur innerhalb des Blutes bei Gegenwart von Gallenbestandtheilen (Bedingungen, die im Gefässsystem der Leber gegeben sind) zu Hippursäure umgewandelt werden kann, so musste nach gleichzeitigen Injectionen von Benzoësäure oder benzoësaurem Natron und Galle der Harn Hippursäure enthalten. In der That fanden Kühne und Hallwachs reichlich Hippursäure im Harn, wenn dem Blute Benzoësäure und gereinigte Galle injicirt wurden. Endlich lieferten Injectionen von glykocholsaurem und benzoësaurem Natron und von benzoësaurem Natron und Glycin einen hippursäurehaltigen Harn, so dass damit der Beweis geliefert schien, dass sich innerhalb des Organismus Benzoësäure und Glycin wirklich zu Hippursäure vereinigen können. Leider aber sind alle späteren Beobachter, insofern es sich um das Fehlen der Hippursäure im Harn nach Verschluss des Ductus choledochus handelt, zu entgegengesetzten Resultaten gekommen (Folwarczny, Neukomm, Schultzen, H. Huppert, Horace Chase). Horace Chase fand nach Unterbindung des Ductus choledochus bei Hunden, welche normal gar keine Hippursäure im Harne führen, nach dem Einbringen von benzoësaurem Natron Hippursäure in drei Fällen, Schultzen im menschlichen Harn bei Icterus mit vollkommenem Verschluss des Ductus choledochus in mehreren Fällen, wenn er vor weiterer Behandlung den Harn mit Bleizucker ausfällte, ebenfalls constant Hippursäure. Dasselbe beobachteten endlich Neukomm und H. Huppert. G. Meissner und Shepard endlich bezweifeln auf Grund ihrer Erfahrungen nicht nur die Stichhaltigkeit der aus den Unterbindungsversuchen von Kühne und Hallwachs gezogenen Schlüsse, sondern sie haben auch, entgegen den Angaben von Kühne und Hallwachs, nach subcutaner Injection von Benzoësäure bei Kaninchen, welche bei der gegebenen Art der Fütterung keine Hippursäure mit dem Harn ausschieden, reichliche Mengen von Hippursäure im Harn gefunden, ja das Resultat war dasselbe, als die Benzoësäure direct in die Vena ju-

gularis injicirt worden war. Nach dem Resultate aller dieser Versuche ist den aus Kühne's und Hallwachs' Untersuchungen gezogenen Schlüssen der Boden genommen und kann nicht wohl bezweifelt werden, dass der Grund, warum sie zu anderen Resultaten kamen, wie alle nachfolgenden Beobachter in einer jetzt als mangelhaft erkannten Untersuchungsmethode liegen mochte. Damit fallen alle Anhaltspunkte für eine Betheiligung der Leber und des darin gebildeten Glycins bei der Hippursäurebildung. G. Meissner und Shepard sind der Ansicht, dass die Hippursäure erst in den Nieren gebildet werde und stützen dieselbe durch die von ihnen ermittelte vollständige Abwesenheit der Hippursäure im Blute der Pflanzenfresser selbst bei Urämie; sie machen ferner dafür geltend, dass nach Einführung von Benzoësäure sich im Blute von Kaninchen und Hunden keine Hippursäure nachweisen liess, während sie im Harn in reichlicher Menge vorhanden war, dass nach Einverleibung von Benzoësäure beim Menschen weder im Speichel noch im Schweiss Hippursäure sich fand und endlich, dass nach Unterbindung der Harnleiter bei Kaninchen sich in dem oberhalb der Ligatur befindlichen Abschnitte derselben, sowie in den Nieren selbst hippursäurehaltiger Harn nachweisen lässt. Die Beobachtung, dass nach Einverleibung von Benzoësäure im Blute von Kaninchen sich reichlich Benzoësäure aber keine Hippursäure, dagegen im Harn viel Hippursäure aber keine Benzoësäure findet, lässt eine Bildung der Säure erst in den Nieren allerdings als die natürlichste Annahme erscheinen, aber diese letztere auch als endgültig festgestellt betrachtet, ist das Wie der Bildung in um so vollkommenerem Dunkel.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen der Ernährung der Pflanzenfresser scheint die Hippursäure im Organismus keine weiteren Veränderungen zu erleiden, sondern wird als solche mit dem Harn ausgeschieden. Doch haben wiederholte Versuche eine gewisse Beziehung der Ausscheidung der Hippursäure zur Lebensart der Thiere festgestellt und ergeben, dass wenn aus irgend einer Ursache bei Pflanzenfressern keine oder nur geringe Hippursäureausscheidung stattfindet, die Harnstoffmenge steigt und umgekehrt (Henneberg und Stohmann, G. Meissner und Shepard), sowie dass im Harn stark arbeitender Pferde die Hippursäure in viel grösserer Menge auftritt, wie im Harne ruhender Thiere, ja, nach Beobachtungen von Roussin soll sogar ein constantes Verhältniss zwischen Hippursäure- und Harnstoffgehalt des Harns der Pferde bestehen, insofern nämlich mit der Abnahme der Hippursäure im Harn der Harnstoff sich vermehrte und umgekehrt. Nach den von G. Meissner und Shepard ermittelten Thatsachen kann kaum bezweifelt werden, dass in jenen Fällen, wo die Hippursäure sehr vermindert, der Harnstoff aber sehr vermehrt ist, in Folge eines qualitativ geänderten Stoffwechsels es gar nicht zur Bildung der Hippursäure kommt. Bei der normalen Hippursäurebildung scheint solcher Stickstoff aus dem Stoffwechsel benutzt zu werden, welcher

bei Fehlen der Bedingungen zur Hippursäurebildung den Körper in Form von Harnstoff verlassen haben würde. Auch die Temperatur scheint übrigens die Hippursäurebildung zu beeinflussen; wenigstens fanden G. Meissner und Shepard bei niedriger Temperatur die Hippursäureausscheidung bei Kaninchen bedeutender, wie bei hoher, wo im Harn mehr Harnstoff und ausserdem Bernsteinsäure auftrat. Die von Grouven gemachte Beobachtung, dass kochsalzarmes Futter bei Rindern die Hippursäureausscheidung vermehre, ist vorläufig nicht zu verwerthen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Hippursäure ist die eines Excretionsstoffes; für eine andere fehlen wenigstens alle Anhaltspunkte.

Literatur: Verdeil und Dollfuss: Mém. de la soc. de biologie. T. II, p. 79. — Hallwachs: Ueber den Ursprung der Hippursäure des Harns der Pflanzenfresser. Gekr. Preisschr. Göttingen 1857. — H. Meissner: De sudoris secretione. Dissert. Lips. 1859. — Kühne und Hallwachs: Nachr. d. K. Gesellsch. d. W. zu Göttingen 1857. Nr. 8. 129. — Arch f. path. Anat. XII, 386. — A. Weismann: Ueber den Ursprung der Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser. Preisschr. Göttingen 1857. Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. R. II, 331. — Roussin: Compt. rend. 1856. 1. Nr. 13. — von Maack: Arch. f. wissensch. Heilk. IV, 97; Schmidt's Jahrb. Bd. 99. 278. — Lautemann: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXV, 9. — Bence-Jones: Journ. of the chem. soc. XV, 81. — Thudichum: Ebendas. 1864. II, 55. — W. Mattschersky: Arch. f. path. Anat. XXVIII, 538. — Schultzen: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, 25. — Derselbe: ebendas. 1863, 204. — Folwarczny: Zeitschr. d. Ges. d. Aerzte in Wien. N. F. II, 15. Neukomm u. Frerichs: Klinik der Leberkrankheiten. Bd. II, 537. — Huppert: Arch. d. Heilk. VI, 93. — Horace Chase: Arch. f. Anat. u. Phys. 1865, 392. — Grouven: Phys. chem. Fütterungsversuche. Berlin 1864. — G. Meissner u. C. U. Shepard: Untersuch. über das Entstehen der Hippursäure im thier. Organismus. Hannover 1866.

Harnsäure: $C_{10} H_4 N_4 O_6$.

Harnsäure.

Die reine Harnsäure bildet ein weisses, leichtes, aus kleinen Krystallen bestehendes Pulver. Die Krystalle unter dem Mikroskop betrachtet, zeigen bald die Form rhombischer Tafeln, bald jene sechsseitiger Platten, bald endlich jene rechtwinkliger, vierseitiger Prismen. Sowie sie in Harnsedimenten auftritt, stellt sie oft schon mit freiem Auge erkennbare Krystalle dar, die unter dem Mikroskop untersucht, sich als platte Tafeln von rhombischem Habitus darstellen, welche gewöhnlich braun- bis goldgelb gefärbt, immer aber ausserordentlich durchsichtig und von verschiedener, zuweilen bedeutender mikroskopischer Grösse sind.

Ausserordentlich schön und treu sind die Abbildungen der Harnsäure bei Robin u. Verdeil: Pl. XI, Fig. 1 u. 2. Pl. XII, Pl. XIII, Fig. 1 u. 2. Bisweilen erscheint der Rhombus in der Weise modificirt, dass die stumpfen Winkel abgerundet sind und dadurch spindelförmige Gestalten entstehen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VII, Fig. 1, 3. Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XI, Fig. 1. a. b. c. d. e.), seltener sind die Formen, die fassförmigen kurzen Cylindern gleichen (Robin u. Verdeil: Pl. XI, Fig. 2. e.), sowie eigenthümliche rosettenähnliche Krystalldrusen, die, wie man sich durch Drücken und Verschieben des Deckblättchens überzeugen kann, ebenfalls aus rhombischen Tafeln von verschiedener Grösse bestehen, die auf

ihren Kanten liegen und gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt convergiren (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VII, 3. XVII, Fig. 1. Robin u. Verdeil: Pl. XI, Fig. 2. k. Pl. XIII, Fig 1. f. g. h). Die Grundform der Harnsäurekrystalle ist ein rhombisches Verticalprisma, dessen Flächenneigung $= 53^{0} 56'$ und zwei aus diesem durch Verdoppelung der makro- oder brachydiagonalen Axe entstandene Prismen, deren Combinationen (gewöhnlich in Harnsedimenten) Verticalprismen mit elliptischer Basis (biconvexen Seitenflächen) bilden.

Durch Salzsäure aus dem Harn ausgeschieden, bildet sie bräunlich-rothgelbe, auch wohl violett gefärbte Kryställchen, die unter dem Mikroskop untersucht meist Formen zeigen, wie sie Robin u. Verdeil Pl. XV, Fig. 1 u. 2 abbilden. Wird der Harn statt mit Salzsäure mit Essigsäure versetzt, so scheidet sich die Harnsäure gewöhnlich in den bei Robin u. Verdeil Pl. XIV, Fig. 2 abgebildeten Formen aus.

In reinem Zustande ist die Harnsäure geschmack- und geruchlos, in Wasser nur sehr wenig löslich, unlöslich aber in Alkohol und Aether. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie ohne Zersetzung aufgelöst und aus dieser Lösung durch Wasser wieder niedergeschlagen. In kohlensauren, borsauren, phosphorsauren, milchsauren und essigsauren Alkalien ist sie ebenfalls löslich, indem sie diesen Salzen einen Theil ihrer Basis entzieht, damit saure harnsaure Salze bildend. Sowohl feuchte Harnsäure, als auch eine heisse Lösung derselben röthen Lackmus. Der trockenen Destillation unterworfen, zersetzt sich die Harnsäure in Harnstoff und Cyanursäure, in freie Cyanwasserstoffsäure und kohlensaures Ammoniak. Bleisuperoxyd führt sie in Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure über; durch Ozon entsteht daraus ebenfalls Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure. Wasserstoff in statu nascendi (Natriumamalgam) verwandelt sie in Xanthin und Sarkin. Durch Jod bei Gegenwart von Wasser wird die Harnsäure oxydirt, woher die Thatsache wenigstens zum Theil rührt, dass der Harn Jodstärke entbläut (jodbindende Kraft des Harns).

In mässig concentrirter Salpetersäure löst sich die Harnsäure unter Zersetzung und Gasentwickelung mit gelber Farbe auf, es entweichen Stickstoff und Kohlensäure und in der Flüssigkeit sind zahlreiche Zersetzungsproducte enthalten. Wird die salpetersaure Lösung bis zur Trockne vorsichtig abgedampft, so bleibt ein röthlicher Rückstand, der, wenn man ihn mit einer Spur von Ammoniak befeuchtet, wunderschön purpurn wird. Befeuchtet man die rothe Masse (Murexid) mit etwas Aetzkali, so wird sie schön purpurblau gefärbt (Reaction auf Harnsäure).

Wird etwas Harnsäure in einer möglichst geringen Menge kohlensauren Alkalis gelöst und mit dieser Lösung ein weisses Filtrirpapier benetzt, auf welchem man vorher einen Tropfen Silberlösung sich hat ausbreiten lassen, so entsteht durch Reduction des Silberoxyds auf dem Papier sogleich ein dunkelbrauner Fleck (ebenfalls als Reaction für Harnsäure empfohlen).

Harnsaure Salze.

Die Harnsäure bildet mit Basen die harnsauren Salze; dieselben sind meist saure und im Allgemeinen nicht leicht löslich; aus den neutralen werden durch Kohlensäure saure Salze gefällt. Die in heissem Wasser löslichen sauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden fallen beim Erkalten der Lösungen grösstentheils wieder heraus. Salzäure und Essigsäure fällt aus den Auflösungen der harnsauren Salze Harnsäure in Krystallen. Waren die Lösungen sehr verdünnt, z. B. Harn und es geschieht die Ausscheidung sehr allmählig, so bilden sich wohlcharakterisirte Krystalle wie sie oben beschrieben wurden. In physiologischer Beziehung sind folgende Salze von Wichtigkeit:

Saures harnsaures Natron.

Saures harnsaures Natron. Sowie es in Sedimenten gewöhnlich mit Harn-

säure und harnsaurem Ammoniak gemengt vorkommt, erscheint es unter dem Mikroskop in Gestalt von Kugeln, die mit stachelartig aufsitzenden kleinen feinen Prismen besetzt sind (Funke: Atl. Taf. VII, Fig. 5. Taf. XVII, Fig. 3. — Robin u. Verdeil: Atl. Pl. XVII, Fig. 3. a. b. d. e.), oder als amorphes Pulver. (Robin u. Verdeil: Pl. XVII, Fig. 2. u. Pl. XI. Fig. 3.) Die Kugelhaufen verwandeln sich nach einiger Zeit, namentlich in verdünnteren Lösungen, in kurze hexagonale Prismen oder dicke Tafeln, deren zwei gegenüberliegende Winkel = 74° 50′, die dazwischen liegenden vier = 142° 35′ sind. Dieses Salz ist in Wasser schwer löslich; auf Zusatz von Salzsäure wird es unter Abscheidung von Harnsäure zersetzt. Mit Kali entwickelt es, wenn es rein war, kein Ammoniak und beim Erhitzen und Verkohlen hinterlässt es einen weissen anschmelzenden Rückstand, der, mit Wasser befeuchtet, rothes Lackmuspapier bläut und mit Säuren aufbraust.

Saures harnsaures Ammoniak.

Saures harnsaures Ammoniak. Ein Bestandtheil von gewissen Harnsedimenten (Fiebersedimente, Sedimenta lateritia); immer mit anderen harnsauren Salzen oder freier Harnsäure gemengt. Unter dem Mikroskop erscheinen diese Sedimente gewöhnlich als ein dunkles, körniges, vollkommen amorphes Pulver, welches unter dem Mikroskop mit Salzsäure befeuchtet, sich allmählich auflöst; nach einiger Zeit, oft schon nach wenigen Minuten, erscheinen an seiner Stelle kleine rhombische Kryställchen von Harnsäure. In heissem Wasser löst sich das harnsaure Ammoniak auf, fällt aber beim Erkalten wieder heraus.

Saurer harnsaurer Kalk.

Saurer harnsaurer Kalk, in Harnsteinen und Sedimenten zuweilen vorkommend, stellt ein weisses, amorphes, in Wasser schwer lösliches Pulver dar. Hinterlässt beim Glühen kohlensauren Kalk.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Harnsäure ist ein Bestandtheil des Harns des Menschen und der meisten fleischfressenden Säugethiere, des Harns noch gesäugter Kälber, des Harns der Vögel, der Excremente der Schlangen, Schildkröten, Leguanen, der Schmetterlinge, vieler Käfer und Raupen, sowie endlich einiger Helixarten. Sie findet sich ausserdem in den Harnsteinen, Harnsedimenten, Gichtknoten und wurde im Blute (bei Gicht und Leukämie, ob im normalen zweifelhaft), in der Milz, der Lunge, der Leber, in dem Pancreas und dem Gehirn nachgewiesen. Auch im Muskelsafte findet sich dieselbe. Neuerdings hat man sie in kreideweissen Concretionen nachgewiesen, welche in einigen Gelenkhöhlen und den Muskeln eines Alligator Sclerops abgelagert waren (Pagenstecher u. Carius).

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Harnsäure kommt im normalen Organismus nur zum geringsten Theile frei, sondern vielmehr in Gestalt harnsaurer Salze vor, ein Umstand, der bei allen im Organismus vorkommenden Säuren um so mehr hervorgehoben werden muss, als es in der That vom physiologischen Standpunkte keineswegs gleichgültig ist und auch vom chemischen aus eine Unterscheidung verlangt. Es fragt sich selbst, ob das Auftreten freier Harnsäure nicht überall, wo es constatirt wird, mehr oder weniger dem pathologischen Gebiete angehört, oder doch wenigstens mit Zersetzungsvorgängen in Verbindung steht. Freie Harnsäure lässt nicht selten der Harn beim Stehen in Gestalt von Sedimenten

fallen, deren Charaktere bereits weiter oben erörtert wurden und ist ausserdem ein sehr häufiger Bestandtheil der Blasen- und Nierensteine. Eine gewisse und die zahlreichste Klasse derselben besteht fast nur aus freier Harnsäure, bei anderen bildet diese mit oxalsaurem Kalk abwechselnde Schichten und zuweilen endlich bildet sie den Kern; der sogenannte Harngries besteht entweder ausschliesslich oder doch wenigstens vorwiegend aus krystallisirter freier Harnsäure. Sedimente von krystallisirter Harnsäure beobachtet man im Harn ziemlich häufig bei Krankheiten, wie bei Gicht, Rheumatismus und von Fieber begleiteten Entzündungen. Doch ist zu bemerken, dass ganz frisch entleerter Harn höchst selten freie Harnsäure ausscheidet, sondern sich dieselbe meist erst nach längerem Stehen desselben absetzt. Lehmann hat mit Recht hervorgehoben, dass die Menge derselben in der Regel viel zu bedeutend ist, um dem Gedanken Raum zu geben, dass dieselbe im Harn auch wirklich als freie Säure ursprünglich gelöst war; dieselbe entstehe vielmehr erst durch Zersetzung des im Harn normal vorkommenden harnsauren Natrons, wenn der Harn einige Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt war, durch die von Scherer näher studirte saure Harngährung, wobei aus den Extractivstoffen des Harns Milchsäure gebildet wird, die die Harnsäure aus den harnsauren Salzen fällt. Die verschiedenen Harnsorten unterscheiden sich nach Lehmann nur dadurch, dass die eine mehr Elemente zur Milchsäurebildung in sich enthält, wie die andere. Freie Harnsäure unmittelbar aus der Blase mit dem Harn entleert, scheint nur bei der Lithiasis und bei Harngries vorzukommen. Ausser bei den oben genannten Krankheiten findet sich auch unter gewissen noch den physiologischen Breitegraden angehörenden Bedingungen eine Neigung des Harns, beim Stehen krystallisirte Harnsäure auszuscheiden, so nach reichlichem Genusse von Kaffee, von Champagner oder anderen Reizmitteln. Ausser den oben genannten Krankheiten tritt diese Neigung auch zuweilen bei Nierenleiden auf. Aus der ungemein geringen Löslichkeit der freien Harnsäure in Wasser ergiebt sich von selbst, dass da, wo dieselbe überhaupt im Organismus vorkommt, nur sehr wenig davon gelöst sein kann und in der That beobachten wir sie, wo sie im Organismus frei vorkommt, stets krystallisirt und es scheint hier ihr Auftreten mit ihrer Ausscheidung mehr oder weniger zusammenzufallen. In der Form von harnsauren Salzen tritt die Harnsäure normal im Harne auf und findet sich auch pathologisch sehr häufig. Im Harn sind harnsaures Natron und Kali aufgelöst enthalten, und zwar als saure Salze; zuweilen aber scheiden sie sich beim Erkalten des Harns in Gestalt der sogenannten Fiebersedimente mit etwas harnsaurem Ammoniak aus; offenbar dann, wenn ihre Menge so bedeutend ist, dass bei dem Sinken der Temperatur der Harn dieselben nicht mehr vollständig aufgelöst zu erhalten vermag. Ausser in diesen Sedimenten kommen aber auch harnsaure Alkalien im Harngries, in Harnsteinen und in den Gichtknoten vor. In den letzteren tritt das harnsaure Natron oft sehr

schön krystallisirt auf. Auch in arthritisch erkrankten Gelenkknorpeln hat man krystallisirtes harnsaures Natron beobachtet. An Ammoniak gebunden ist die Harnsäure häufig genug gefunden worden und man hat lange Zeit die sogenannten Fiebersedimente im Wesentlichen für harnsaures Ammoniak gehalten, während man jetzt weiss, dass sie gewöhnlich wohl etwas harnsaures Ammoniak enthalten, aber zum grössten Theil aus harnsaurem Natron bestehen. Meistentheils ist harnsaures Ammoniak Product der gewöhnlich erst ausserhalb des Körpers eintretenden alkalischen Gährung des Harns; bei inveterirtem Blasencatarrh, namentlich bei Blasenlähmung wird der Harn schon innerhalb der Blase alkalisch und enthält dann frisch entleert harnsaures Ammoniak in schwarzbraunen mit feinen Nadeln besetzten Kugeln (Lehmann). Harnsaurer Kalk findet sich, wenngleich in geringer Menge, zuweilen in Harnsteinen, Gicht- und anderen Concretionen. Dass auch im Blute die Harnsäure, insofern sie darin vorkommt, an Alkalien gebunden und gelöst ist, muss vorausgesetzt werden, obgleich directe Beweise dafür fehlen. Ueber den Zustand der ausserordentlich geringen Menge Harnsäure, die man in neuerer Zeit in verschiedenen Geweben nachgewiesen hat, weiss man nichts.

Abstammung.

Abstammung. Die Abstammung der Harnsäure im Allgemeinen kann nicht zweifelhaft sein und es gilt davon so ziemlich alles beim Harnstoff Gesagte. So wie dieser ist sie ein Product der regressiven Stoffmetamorphose der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile und zwar eines der Endproducte derselben. Woraus sie aber unmittelbar entsteht, ist vorläufig mit Bestimmtheit nicht zu sagen, da keine Thatsachen vorliegen, die geeignet wären, diese Frage endgültig zu entscheiden. Immerhin aber ist es bemerkenswerth, dass die Formeln des Sarkins und Xanthins zu jener der Harnsäure in einer sehr einfachen Beziehung stehen, wie bereits S. 230 erörtert wurde, indem dieselben nur im Sauerstoffgehalte von einander abweichen:

Sarkin . . . . $= C_{10} H_4 N_4 O_2$
Xanthin . . . . $= C_{10} H_4 N_4 O_4$
Harnsäure . . . $= C_{10} H_4 N_4 O_6$

und es daher theoretisch sehr wohl möglich wäre, dass die beiden ersten dieser Verbindungen einfach durch Oxydation in Harnsäure übergingen. Wenngleich es nicht gelungen ist, eine derartige Oxydation ausserhalb des Körpers zu bewerkstelligen, so ist diess doch kein Beweis für die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges im Organismus, ja es sprechen vielmehr für die Umwandlung des Xanthins in Harnsäure mancherlei Gründe: so die Reduction der Harnsäure zu Sarkin und Xanthin durch Natriumamalgam (Strecker), so das pathologische Auftreten des Xanthins in Harnsteinen und das häufig gleichzeitige Vorkommen von Sarkin, Xanthin und Harnsäure. Wir haben übrigens auf alle diese Wahrscheinlichkeitsgründe

bereits bei Gelegenheit des Sarkins und Xanthins aufmerksam gemacht. — Wo die Bildungsstätte der Harnsäure zu suchen sei, ist eine Frage, die ebensowenig als definitiv gelöst anzusehen ist. Es ist kaum anzunehmen, dass die Bildung der Harnsäure erst in den Nieren erfolge und es ist mindestens wahrscheinlich, dass sie in den Geweben, in deren einigen man sie auch bereits nachgewiesen hat, erzeugt wird. Ranke glaubte aus seinen Untersuchungen über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen, den Schluss ziehen zu dürfen, dass vorzugsweise die Milz, in der in der That Harnsäure constant nachgewiesen wurde, als die Bildungsstätte der Harnsäure zu betrachten sei. Wenngleich die Beobachtungen Ranke's nicht hinreichen, um über diese vorausgesetzte Beziehung dieses Organs zur Bildung der Harnsäure vollkommen ins Klare zu kommen, so sind sie für die Beleuchtung der Frage immerhin von Werth und machen eine solche Beziehung jedenfalls wahrscheinlich. Ranke fand nämlich, dass die Menge der Harnsäureausscheidung von der Nahrung abhängig sei, aber nicht so sehr von der Qualität der Nahrungsmittel, als vielmehr von dem Verdauungsacte an und für sich. Schon nach kurzem Fasten vermindert sich die Menge der ausgeschiedenen Harnsäure sehr bedeutend, hebt sich aber sogleich wieder nach Nahrungsaufnahme; demgemäss entsprechen auch die stündlichen Schwankungen der Harnsäure-Ausscheidung dem jeweiligen Stande der Verdauung, indem sich bald nach der Mahlzeit die Ausscheidung der Harnsäure steigert, um sich dann allmählig wieder zu verringern. Sehr bemerkenswerth ist ferner die Beobachtung Ranke's, dass in der Leukämie mit Milzvergrösserung sich die tägliche Harnsäuremenge sowohl absolut als auch relativ bedeutend vermehrt zeigt. Hält man diese Beobachtung mit der wiederholt beobachteten Vermehrung der Harnsäure bei intermittirenden Fiebern und mit der ebenfalls von Ranke gemachten Erfahrung zusammen, dass grosse Dosen schwefelsauren Chinins bei Gesunden die Ausscheidung der Harnsäure vermindern und zwar nicht durch Hemmung dieser Ausscheidung, sondern durch Hemmung der Bildung, dass aber die Wirkung des Chinins eine milzabschwellende zugleich ist, so gewinnt das constante Vorkommen der Harnsäure im Milzsafte allerdings an Bedeutung und die von Ranke aufgestellte Ansicht einige Berechtigung, wenn auch diese Berechtigung kaum eine grössere sein dürfte, als die einer durch wissenschaftliche Gründe gestützten Hypothese, die zu weiteren Forschungen auffordert.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. — Obgleich die Harnsäure im Harn den Körper als solche verlässt, so erscheint sie doch insofern nur als eine Zwischenstufe des regressiven Stoffwechsels oder, wenn man will, als eine Hemmungsbildung, als jedenfalls ein grösserer Theil derselben in Harnstoff umgesetzt wird. Wir haben bereits bei Gelegenheit des Harnstoffs die Harnsäure als die Hauptquelle der unmittelbaren Harnstoffbildung bezeichnet und in der That sprechen

zahlreiche und wichtige Gründe für die Annahme, dass die Harnsäure unter normalen Verhältnissen im Organismus grösstentheils weiter zersetzt wird und zwar in ganz analoger Weise wie durch Bleisuperoxyd oder durch Ozon, nämlich in Harnstoff, Allantoin, welches seinerseits ebenfalls in Harnstoff übergeht und in Oxalsäure oder Kohlensäure; so dass endgültig ihr Stickstoff als Harnstoff austritt, während ein Theil des Kohlenstoffs in der Form von Oxalsäure, oder von Kohlensäure ausgeschieden wird. Für eine theilweise weitere Verwandlung der Harnsäure im Thierkörper und zwar in der angedeuteten Weise sprechen: die Versuche von Frerichs und Wöhler, denenzufolge Harnsäure, innerlich genommen, nicht eine Vermehrung der Harnsäure im Harn bewirkt, sondern eine Vermehrung des Harnstoffs und der Oxalsäure; — die eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung nach Harnsäuregenuss ebenfalls constatirenden Versuche von Neubauer, Stokvis (bei Menschen) und Zabelin (bei einem Hunde), das Fehlen der Harnsäure (in der Regel) im Harn der Pflanzenfresser, während sie in einzelnen Organen derselben (Lunge, Leber, Milz) mit Bestimmtheit nachzuweisen ist; — die geringen Mengen von Harnsäure selbst im Harn fleischfressender Thiere, während fast jede Störung des Stoffwechsels und namentlich der Oxydation im Organismus von einer Vermehrung der Harnsäure begleitet wird. Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Versuche von Zabelin, welche an einem Hunde angestellt sind, welcher, nachdem er sich bei einer täglichen Fleischnahrung von 1500 Grm. Fleisch ins Gleichgewicht gesetzt hatte, genau so viel Stickstoff durch Harn und Koth innerhalb einer fünftägigen Beobachtungsperiode ausgab, als er in der in gleicher Zeit genossenen Nahrung erhielt. Harnsäurezusatz zur Nahrung hatte constante Vermehrung des Harnstoffs zur Folge; gleichzeitig trat aber auch etwas Harnsäure im Kothe auf. Der Ueberschuss im Stickstoffgehalte beider Excrete für die fünftägige Periode stimmte fast genau mit dem Stickstoffgehalte der eingeführten Harnsäure (14,7 Grm). Allantoin und Oxalsäure fehlten; es war demnach die resorbirte Harnsäure jedenfalls vollständig zu Harnstoff und Kohlensäure verbrannt. Diesen und den von Frerichs und Wöhler, Neubauer und Stokvis erlangten Resultaten gegenüber können wir den negativen Gallois', keine Beweiskraft zuerkennen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Die physiologische Bedeutung der Harnsäure ist die eines Auswurfstoffs, eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose.

Neuere Literatur: Frerichs und Wöhler: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXV, 335. — Gallois: Compt. rend. 1857. I, Nr. 14. — H. Ranke: Beobacht. u. Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen. Habilitationsschrift München 1858. Neubauer: Annal. d. Chem. und Pharm. XCIX, 206 — Stokvis: Holl. Beitr. 1860. 1860. II, 260. — Zabelin: Annal. d. Chem. u. Pharm. 1863. Suppl. II, 326. — Strecker: Annal. d. Chem. u. Ph. CXXXI, 121. — Pagenstecher u. Carius: Verhandl. d. naturh. med. Ver. in Heidelberg. III, 129. — Schönbein: Journ. f. prakt. Chem. XCII, 152. — Corvisart: l'Union med

X. 1863. Nr. 43. — Petit: Ebendas. Nr. 51. — Terreil: Gaz. des hôpitaux. 1863. Nr. 63. — O. Huppert: Best. der Harnsäure durch Titriren mit Jod. Dissert. Leipz. 1864. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. CX, 86. CXXV, 207.

Kynurensäure.

Kynurensäure.

Vierseitige, durchsichtige, glasglänzende Nadeln, oder ein lockeres, seideglänzendes, aus kleinen Kryställchen bestehendes Pulver. Beim Erhitzen schmelzend und sich hierauf unter Bildung eines Oeles von dem Geruch des Benzonitrils zersetzend. In Säuren und Alkalien löslich, auch in kohlensauren Alkalien, aber unlöslich in Alkohol und Aether. Die Kynurensäure ist eine schwache Säure und bildet mit Alkalien und alkalischen Erden krystallisirbare, stark alkalisch reagirende Salze, die durch Kohlensäure zersetzt werden.

Die Formel der Kynurensäure ist noch zweifelhaft, die Analyse ergab in 100 Thln.: Kohlenstoff 61,81, Wasserstoff 4,59, Stickstoff 9,09, Sauerstoff 24,51.

Fr. Schneider berechnet aus der Analyse des Barytsalzes die Formel:

$$C_{20} H_9 N O_6.$$

Vorkommen.

Vorkommen. Die Kynurensäure wurde zuerst von Liebig im Hundeharn aufgefunden, späterhin auch von Eckhard und C. Voit darin nachgewiesen.

Physiologische Beziehungen.

Ihre physiologischen Beziehungen sind noch wenig bekannt. C. Voit und Riederer fanden die Kynurensäure im Harne eines Hundes und zwar constant während des Hungers, bei reiner Fleischnahrung, bei gemischter Nahrung und bei ausschliesslicher Fütterung mit stickstofffreien Nahrungsstoffen. Ihre Menge war ungefähr jener der Harnsäure im Menschenharn gleich, schwankte aber nach der Art der Nahrung; beim Hunger fand sich die geringste Menge, mit dem Gehalt der Nahrung an plastischen Stoffen stieg auch ihre Menge. G. Meissner dagegen beobachtete die Kynurensäure im Harne eines mit Fleisch gefütterten Hundes nur ausnahmsweise, bei vegetabilischer Nahrung gar nicht. Es scheinen hier jedenfalls individuelle Momente in Betracht zu kommen. Harnsäure fand sich im Harn des Meissner'schen Hundes constant in nicht unbeträchtlicher Menge, während sie in jenem des Voit'schen Hundes nur in Spuren vorhanden war. Dass Glaubersalzzufuhr auf die Kynurensäureausscheidung von Einfluss sei (Seegen), fand Voit nicht bestätigt.

Liebig: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXXXVI, 125. CVIII, 354. — Eckhard: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCVII, 358. — C. Voit u. L. Riederer: Zeitschrift f. Biologie. 1865. 315. — Seegen: Sitzungsber. d. Wien. Akad. XLIX, 24. — Fr. Schneider: Bei Seegen u. s. w. — G. Meissner und C. U. Shepard: Untersuch. über das Entstehen der Hippursäure im thier. Organismus. Hannover 1866.

Inosinsäure: $C_{20} H_{14} N_4 O_{22}$.

Inosinsäure.

Syrupähnliche Flüssigkeit, durch Alkohol sich in eine feste amorphe Masse verwandelnd. Leicht löslich in Wasser, nicht löslich in Alkohol und Aether. Die Inosinsäure röthet Lackmus stark, schmeckt fleischbrühartig und zersetzt sich beim Erhitzen, auch schon bei längerem Sieden der Lösung. Mit Basen verbindet sie sich zu Salzen, von denen die inosinsauren Alkalien krystallisirbar und in Wasser löslich sind.

Die Inosinsäure selbst ist nicht analysirt und obige Formel aus der Analyse ihres Barytsalzes abgeleitet.

Der inosinsaure Baryt: $C_{20} H_{12} Ba_2 N_4 O_{22}$, krystallisirt in silberglänzenden Blättchen und ist wenig löslich in kaltem Wasser, leichter in kochendem. — Inosinsaures Kali: $C_{20} H_{12} K_2 N_4 O_{22}$, kann direct aus der Fleischflüssigkeit erhalten werden und krystallisirt aus Wasser in langen vierseitigen Prismen.

Vorkommen.

Vorkommen. Wurde von Liebig in geringer Menge im Fleischsaft entdeckt. Am reichlichsten scheint sie sich im Hühnerfleische zu finden, im Taubenfleische konnte sie Gregory nicht finden und ebenso wenig Schlossberger im Ochsenfleische. Aus dem Fleische von Fischen (Häringen und Hornfischen) erhielt Limpricht Barytsalze, die in ihren äusseren Charakteren untereinander und mit dem inosinsauren Baryt übereinstimmten, bei der Analyse jedoch abweichende Zahlen gaben. Das Barytsalz der Säure aus Häringen ergab eine der Formel: $C_{26} H_{17} Ba_2 N_{10} O_{28}$ entsprechende Zusammensetzung, jenes der Säure aus Hornfischen ergab die Formel: $C_{20} H_{14} Ba_2 N_4 O_{22}$.

Liebig machte darauf aufmerksam, dass man sie aus Essigsäure, Oxalsäure und Harnstoff zusammengesetzt betrachten könnte.

1 Aeq. Harnstoff	=	$C_2 H_4 N_2 O_2$
1 „ wasserfreie Essigsäure	=	$C_4 H_3 O_3$
1 „ „ Oxalsäure	=	$C_4 O_6$
1½ Aeq. Inosinsäure		$C_{10} H_7 N_2 O_{11}$

Physiologische Bedeutung.

Ihre physiologischen Beziehungen sind unbekannt, doch ergiebt sich aus den Umständen ihres Vorkommens, dass sie den Producten der regressiven Stoffmetamorphose beigezählt werden muss.

Liebig: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXII, 317. — Limpricht: Ebendas. CXXXIII, 301.

c. Indifferente stickstoffhaltige Körper.

Harnfarbstoffe.

Harnfarbstoffe.

Unsere Kenntnisse der im Harn unter normalen und anomalen Bedingungen auftretenden Farbstoffe sind ebenso unvollständig wie die der anderen thierischen Pigmente und namentlich gilt von ihnen auch das bei den verschiedenen Hämatinen Gesagte insofern, als uns jede Gewissheit darüber abgeht, ob die auf verschiedenen häufig sehr umständlichen Wegen aus dem Harn gewonnenen Stoffe auch wirklich in demselben als solche vorkommen. Sowie dies beim Hämatin auseinandergesetzt wurde, ist es auch hier möglich, dass diese Stoffe Producte und nicht Educte der Untersuchung sind. Wir werden daher hier denselben Weg einschlagen, wie beim Hämatin, indem wir die von verschiedenen Chemikern und Physiologen isolirten Farbstoffe der Reihe nach beschreiben, da sonst Verwechselungen und Missverständnisse unvermeidlich sind.

Scherer's Harnfarbstoff.

Scherer's Harnfarbstoff.

Harn wird mit salpetersaurem Baryt gefällt, das Filtrat mit Bleizucker gefällt, der Niederschlag ausgewaschen und hierauf mit Salzsäure und Alkohol in der Wärme zersetzt. Die braune alkoholische Lösung wird filtrirt, im Wasserbade verdampft und der Rückstand mit kaltem Wasser gewaschen.

Hell- bis schwarzbraune, leicht pulverisirbare Substanz, die in kaltem Wasser kaum, in heissem leichter löslich ist und von kaustischen und kohlensauren Alkalien sowie von Alkohol, namentlich bei Gegenwart freier Säure, leicht aufgenommen wird.

Die so dargestellte Substanz gab bei der Elementaranalyse keine übereinstimmende Zahlen: 61,37 bis 65,76 Kohlenstoff, 6,01 bis 7,0 Wasserstoff und 6,79 bis 7,03 Stickstoff.

Aus der Flüssigkeit, welche von dem durch Bleizucker entstandenen Niederschlag abfiltrirt ist, fällt basisch essigsaures Bleioxyd noch etwas Pigment, welches auf analoge Weise wie oben isolirt, ähnliche Eigenschaften besitzt. Seine Farbe ist jedoch heller, und auch seine Zusammensetzung eine verschiedene. Es enthielt durchschnittlich weniger Kohlenstoff und Wasserstoff. Kohlenstoff 56,6 bis 60,19, Wasserstoff 4,1 bis 5,9, Stickstoff 6,25.

Heller's Uroxanthin.

Heller's Uroxanthin.

Heller bezeichnet mit diesem Namen einen Farbstoff, der die intensiv weingelbe Farbe des Harns bedingen soll, der aber gar nicht isolirt wurde. Er soll ein Product der Zersetzung des Harnstoffs sein (!) und durch freiwillige oder künstliche Oxydation sich in zwei Farbstoffe zerlegen, von denen der eine schön rubinroth, der andere rein ultramarinblau ist (Urrhodin und Uroglaucin). Es wäre demnach das Uroxanthin das Chromogen dieser beiden weiter unten näher zu besprechenden Farbstoffe. Seine Gegenwart soll sich nach Heller durch nachstehende Reactionen zu erkennen geben:

Salpetersäure erzeugt in uroxanthinhaltigem Harn sogleich eine violette Färbung; schüttet man in ein Becherglas zuerst concentrirte Salzsäure und tropft dann in selbe Harn und zwar unter beständigem Umrühren, so zeigt sich eine intensiv veilchenblaue Färbung, die bei grossem Uroxanthingehalt des Harns ins tief Indigblaue, ja bis ins Dintenschwarze übergehen kann und wobei sich Uroglaucin und Urrhodin abscheiden, während die darüber stehende Flüssigkeit allmählich entfärbt wird. Wenn man aus mit Salpetersäure angesäuertem Harn das Chlor durch salpetersaures Silber fällt, Silbersalz im Ueberschuss zusetzt und filtrirt, hierauf das Filtrat genau mit Ammoniak neutralisirt, so entsteht ausser dem hellgelben Niederschlag von phosphorsaurem Silber bei grösserer Menge von Uroxanthin eine intensiv braune Flüssigkeit und Fällung.

Diese von Heller aus seinen Beobachtungen gezogenen Schlüsse entbehren jeder kritisch-wissenschaftlichen Stütze und es ist durch selbe die Gegenwart des sogenannten Uroxanthins nicht im Geringsten bewiesen, da auch nicht einmal ein Versuch gemacht wurde, die Existenz desselben darzuthun.

Heller's Uroglaucin.

Heller's Uroglaucin.

Dieses Pigment soll gemengt mit Urrhodin bisweilen in Harnsedimenten bei verschiedenen Krankheiten vorkommen und die seit lange gekannte blaue Färbung derselben bewirken. Auch in dem Harnstein eines Knaben wurde es von Heller neben Urrhodin gefunden.

Künstlich erhält man es nach Heller aus dem Harn mit Urrhodin gemengt, wenn man Morgenharn mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetzt, bis eine stark rosenrothe Färbung eintritt. Man lässt das Gemisch einige Zeit stehen, bis es eine tiefer rothe Farbe angenommen hat und neutralisirt hierauf mit kohlensaurem Ammoniak. Man verdampft zur Trockne, wäscht den Rückstand mit Wasser aus, hierauf mit Aether, der das Urrhodin mit rother Farbe aufnimmt und kocht den Rückstand mit Alkohol. Die alkoholische Lösung wird verdunstet, der Rückstand nacheinander mit kaltem Aether, Alkohol und kochendem Wasser ausgezogen und hierauf der Rückstand mit kochendem Alkohol behandelt. Aus dieser Lösung setzt sich beim freiwilligen Verdunsten das Uroglaucin als ein blaues unter dem Mikroskop krystallinisch erscheinendes Pulver ab. Wo das Uroglaucin schon fertig gebildet und ungelöst, wie in Sedimenten und Harnsteinen vorkommt, bedient man sich zu seiner Isolirung und Trennung vom Urrhodin derselben Methode.

Nach Heller ist das Uroglaucin ein blaues Pulver, das aus mikroskopischen, prismatischen oder kornblumenblattähnlichen (?) Krystallen besteht. Unveränderlich an der Luft und in Wasser, in kaltem Alkohol und Aether nicht merklich löslich. Aus der kochenden alkoholischen Lösung fällt es beim Erkalten grösstentheils heraus.

Abbild. von Uroglaucinkrystallen bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. VIII, Fig. 1.

Mit dem Uroglaucin Heller's sind im Wesentlichen identisch:

Al. Martin's Urokyanin.

Martin's Urokyanin.

Dieser Farbstoff wurde erhalten, indem der Harn mit Salzsäure wie zur Abscheidung der Harnsäure versetzt und so lange sich selbst überlassen wurde, bis er sich blau bis schwarzblau färbte (was natürlich keineswegs eine constante Erscheinung ist) und sich gewöhnlich mit der Harnsäure der Farbstoff in Gestalt eines dunkelblauen Pulvers abgeschieden hatte. Hierauf wurde er abfiltrirt, mit Alkohol aus-

gekocht, das alkoholische Filtrat eingedampft, der Rückstand mit kaltem Aether behandelt, das in Aether lösliche entfernt und der Rückstand mit kaltem Alkohol ausgezogen. Durch Kochen dieses Rückstandes erhielt Martin eine schön blaue Lösung, aus welcher sich nach längerer Zeit der Farbstoff als blaues Pulver niederschlug.

Blauschwarzes, auf der Bruchfläche indigblaues, feinkörniges Pulver, unter dem Mikroskop ohne krystallinisches Ansehen, von moschusartigem Geruch und stark blau abfärbend. Unlöslich in Wasser, theilweise löslich in kaltem Alkohol und Aether. Mit kaltem Alkohol und Aether erschöpft, löst sich der Farbstoff in kochendem Alkohol mit reinblauer Farbe ohne Stich ins Rothe. Unlöslich in Alkalien, löslich in concentrirter Schwefelsäure mit grüner Farbe. Die Lösung mit Wasser verdünnt und längere Zeit an der Luft stehen gelassen, wird allmählich wieder blau (Analogie mit Indigo). Beim Erhitzen entwickelt es starke dunkelviolette Dämpfe, ähnlich denen des Jods, die sich als Sublimat verdichten lassen; stärker erhitzt wird es zersetzt.

Virchow's Harnblau.

Virchow's Harnblau.

Diese Substanz beobachtete Virchow in dem Harne kranker Individuen, der beim Stehen an der Luft schon kleine sich bläulich färbende Flöckchen ausschied, die endlich als feiner blauer Satz zu Boden fielen, oder die sich aus dem Harn bei Behandlung desselben mit Mineralsäuren ausschieden. Dieser Farbstoff stimmt im Allgemeinen mit dem Uroglaucin Heller's überein und erscheint unter dem Mikroskop in feinen, strahligen, meist sternförmig zusammengesetzten Nadeln von schön indigblauer Farbe, die sich mikrochemisch gegen die stärksten chemischen Agentien indifferent verhalten, sich aber in Alkohol zu einer intensiv-blauen Flüssigkeit lösen. Auch in Aether sind sie löslich, und fallen aus diesen Lösungen als amorphe blaue Niederschläge heraus. Doch scheinen sie auch aus Lösungen wieder krystallisirt erhalten werden zu können.

Heller's Urrhodin.

Heller's Urrhodin.

Dieser Farbstoff begleitet nach Heller's Erfahrungen meist das Uroglaucin. Man erhält ihn bei der oben angegebenen Darstellung des Uroglaucins; der ätherische Auszug enthält das Urrhodin, welches man durch Verdunsten des Aethers als eine amorphe Masse erhält. In Form undeutlicher mikroskopischer Kryställchen setzt es sich ab, wenn eine alkoholische Lösung desselben langsam verdunstet. Das krystallisirte Urrhodin ist schwarz, nur in dünnen Schichten carminroth. Im amorphen Zustande bildet es schön rosenrothe Körner. In kaltem Alkohol und Aether ist es mit schön rother Farbe löslich, in Wasser unlöslich. Im stark sauren dunkelgefärbten Harn von Typhuskranken beobachtete Heller einen dunkelhyacinthrothen Farbstoff, der sich vom Urrhodin verschieden verhalten haben soll.

Uroerythrin

Uroerythrin.

hat man den rosa- bis ziegelrothen Farbstoff genannt, der den rothen Fieber-Harnsedimenten (sedimenta lateritia) ihre charakteristische Farbe ertheilt. Seine Natur ist noch sehr wenig aufgeklärt, doch kann es als ausgemacht gelten, dass die Färbung dieser Sedimente nicht, wie man früher wohl annahm, von purpursaurem Ammoniak (Murexid) herrührt. Nach der Angabe der meisten Beobachter ist das rothe Pigment dieser Sedimente in Alkohol löslich; während nach Heller das, was Alkohol aus demselben auszieht, Urrhodin, oder ein Gemenge dieses Farbstoffes mit Uroglaucin wäre und das eigentliche Uroerythrin ungelöst bliebe.

Melanurin

Melanurin.

ist ein schwarzer Farbstoff genannt worden, der nur in krankhaften Zuständen vorzukommen scheint und überhaupt nur selten beobachtet wurde. Der Harn, der ihn enthält, ist mehr oder weniger schwarz gefärbt, doch ist es durchaus nicht sicher, ob der in solchem Harn von verschiedenen Beobachtern aufgefundene Farbstoff auch wirklich immer ein und derselbe war. Der von Prout beschriebene wurde durch Säuren nach einiger Zeit aus dem Harn gefällt, löste sich weder in Alkohol noch Wasser und wurde aus alkalischen Lösungen durch Säuren wieder gefällt. Von heissen concentrirten Säuren wurde er zerstört. Alkalien lösten denselben auf und die ammoniakalische Lösung verdunstet, hinterliess einen tiefbraunen Rückstand, der nun in Wasser wieder löslich war. Diese wässerige Lösung wurde durch Chlorbaryum, salpetersaures Silberoxyd, Quecksilberoxydul und Bleioxyd mit dunkelbrauner und durch essigsaures Zinkoxyd mit hellbrauner Farbe gefällt. Ein von Dulk beobachteter schwarzer Harnfarbstoff löste sich in Säuren zum Theil mit rothgelber Farbe auf und hinterliess beim Einäschern eine roth gefärbte, stark eisenhaltige Asche.

Harley's Urohämatin.

Harley's Urohämatin.

Harn wird verdunstet, wobei die auskrystallisirenden Salze beständig entfernt werden, der syrupartige Rückstand mit Alkohol extrahirt, der alkoholische kochende Auszug mit Kalkmilch versetzt, bis die Flüssigkeit entfärbt ist, dann filtrirt und der Rückstand mit Wasser und Aether gewaschen. Dieser, die Kalkverbindung des Farbstoffs, wird hierauf mit Salzsäure und Alkohol behandelt. Die alkoholische Lösung wird längere Zeit mit Aether geschüttelt und dann mit Wasser versetzt, wobei sich der mit Farbstoff beladene Aether als Oberschicht abscheidet. Man hebt dieselbe ab, wäscht sie mit Wasser und verdunstet.

Auch aus den Scherer'schen Harnfarbstoffen hat Harley durch Behandlung mit Alkohol und Aether und zur Trennung einer harzartigen Substanz mit Wasser und nachheriges Aufnehmen mit Chloroform denselben Farbstoff erhalten.

Das Urohämatin ist eine hochrothe, glänzende, amorphe Substanz, unlöslich in Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Weinsäure und Oxalsäure, löslich dagegen in Ammoniak, kaustischen Alkalien, unlöslich in Wasser und Salzlösungen, löslich aber in Alkohol, Aether und Chloroform. Beim Erhitzen zersetzt es sich und hinterlässt eine eisenhaltige Asche.

Harley macht darauf aufmerksam, dass das Urohämatin einerseits mit dem Hämatin und anderseits mit dem Draconin grosse Aehnlichkeit zeigt.

Ausser dem Urohämatin hat Harley aus den Scherer'schen Harnfarbstoffen noch drei andere Pigmente abgeschieden, einen in Alkohol, einen in salzsäurehaltigem Alkohol und einen in keiner dieser Flüssigkeiten und auch nicht in Aether löslichen.

Thudichum's Urochrom.

Thudichum's Urochrom.

Grosse Mengen Harns werden mit Aetzbaryt und essigsaurem Baryt, oder mit Aetzkalk präcipitirt und das Filtrat nach einander mit Bleizucker, Bleiessig und mit Ammoniak ausgefällt. Die vereinigten Niederschläge werden mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, aus dem Filtrat wird der Ueberschuss der Schwefelsäure durch kohlensauren Baryt entfernt, filtrirt, das Filtrat mit Barytwasser alkalisch

gemacht, Kohlensäure eingeleitet, abermals filtrirt und das Urochrom durch essigsaures Quecksilberoxyd gefällt. Der Niederschlag wird mit kaltem und mit heissem Wasser ausgewaschen und hierauf durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Das Filtrat abgedampft, liefert das Urochrom als unkrystallisirbare gelbe feste Masse, welche in Wasser mit rein gelber Farbe löslich ist. Auch in Aether sowie in sehr verdünnten Säuren und Alkalien löst sich das Urochrom, weniger in Alkohol. In der wässerigen Lösung erzeugt salpetersaures Silber einen gallertigen, salpetersaures Quecksilberoxyd einen weissen Niederschlag, der beim Kochen fleischfarben wird, während die darüber stehende Flüssigkeit eine rothe Farbe annimmt. Beim Stehen wird die wässerige Lösung nach und nach roth und setzt harzartige Flocken ab; rascher geschieht diess beim Erwärmen.

Denselben Farbstoff erhielt Thudichum nach von obiger mehr oder weniger abweichenden Methoden, über welche die Originalarbeit zu vergleichen ist.

Bei verschiedenen Zersetzungen liefert das Urochrom eine rothe harzartige Masse: Uropittin: unlöslich in Aether, löslich in kochendem Alkohol und aus der heissen alkoholischen Lösung beim Erkalten sich als gelbbraunes krystallinisches Pulver ausscheidend. Aus den Analysen berechnet Thudichum die Formel $C_{18}H_{10}N_2O_6$; ferner Omichmylsäure: in Aether mit hell portweinrother Farbe löslich, von penetrantem Geruche und nach dem Verdunsten des Aethers als Syrup zurückbleibend, der allmählich zu einem harten amorphen Harz erstarrt; in absolutem Alkohol ist die Omichmylsäure leicht löslich und wird aus dieser Lösung durch Wasser als rothe flockige Masse niedergeschlagen; endlich Uromelanin: ein braunes, schwarzes oder violettes Pulver, löslich in Kalilauge, daraus fällbar durch Essigsäure, in concentrirter Schwefelsäure mit rother Farbe löslich, in kochender überschüssiger Essigsäure ebenfalls löslich. Bei der Behandlung mit Chlor wird es heller, ohne ganz entfärbt zu werden. Aus den Analysen berechnet Thudichum die Formel: $C_{12}H_7NO_4$. Uropittin und Uromelanin sollen auch direct aus frischem und gefaultem Harn dargestellt werden können. Den aus den wässerigen Lösungen des Urochroms durch Stehen an der Luft entstehenden Farbstoff nennt Thudichum Uroerythrin.

Indican und Indigo.

Indigo.

Von verschiedenen Seiten wurde das Auftreten von Indigo im Harn unter gewissen Umständen behauptet, so von Hill Hassal, v. Sicherer und neuerdings von Schunck, Carter, Rottmann und Eade. Nach den Beobachtungen von Schunck ist der Indig nicht selten Bestandtheil des normalen Harns. Zur Nachweisung desselben vermischt er den Harn mit Bleiessig, filtrirt den entstehenden Niederschlag ab, versetzt das Filtrat mit Ammoniak, zerlegt den die Indigverbindung enthaltenden ausgewaschenen Niederschlag ohne Anwendung von Wärme mit Schwefelsäure oder Salzsäure und filtrirt. Ist die den Indig erzeugende Substanz (Indican) vorhanden, so wird das Filter schön blau und es bilden sich auf der Flüssigkeit die kupferglänzenden Indighäutchen, wie bei der Indigküpe. Nach einigen Tagen setzt sich der Indig als blauer Niederschlag ab, den man durch Auflösen in Kali unter Zusatz von Zinnchlorür rein erhält.

Nach den Beobachtungen von Hoppe-Seyler ist Indican: das Chromogen des Indigo, constanter Bestandtheil des Harns der Menschen und der Säugethiere und entsteht im Organismus unabhängig von der Art der Nahrung. Am reichlichsten findet sich Indican im Harn von Personen, welche an Lebercarcinom leiden. Hoppe-Seyler stellt das Indican aus dem Harn dar durch Fällung mit Bleiessig, Filtriren, Fällen mit Ammoniak, Vertheilen des Ammoniakniederschlages in Alkohol, Zersetzung mit Schwefelwasserstoff und Verdunsten der abfiltrirten

alkoholischen Lösung bei mässiger Wärme, zuletzt über Schwefelsäure im Vacuum. Durch Lösen in Wasser, Schütteln mit frisch gefälltem Kupferoxydhydrat, Behandlung des Filtrats mit Schwefelwasserstoff, abermaliges Filtriren, Fällung mit Aether und Verdunsten der abfiltrirten Lösung wird es gereinigt.

So aus dem Harne dargestellt, ist das Indican ein hellbrauner Syrup, löslich in Wasser, Alkohol und Aether, von ekelhaft bitterem Geschmack. Bei der Behandlung mit Säuren zerfällt es in Indigo und Zucker (Indigglucin). Bei der Fäulniss des Harns findet dieselbe Spaltung statt, es bildet sich dabei aber meist Indigweiss, welches an der Luft blau wird, indem es in Indigo übergeht. Daher die Thatsache, dass faulende Harne meist ein blaues rothmetallisch glänzendes Häutchen an ihrer Oberfläche zeigen. Indigo findet sich häufig in faulendem Harn und wird zuweilen mit der Harnsäure durch Salzsäure niedergeschlagen. Von der Identität des blauen Farbstoffs mit Indigo überzeugte sich Hoppe-Seyler auch durch das Spectralverhalten der aus dem Harnindigo dargestellten Indigoschwefelsäure, welche in verdünnten Lösungen das Licht zwischen den Frauenhofer'schen Linien C und D, vorzugsweise nahe an D sehr kräftig absorbirt und hier einen scharf begränzten Absorptionsstreifen giebt. Ueber die Eigenschaften des Indigo vergleiche übrigens die Lehrbücher der organischen Chemie.

Uroglaucin und Urokyanin scheinen mit dem Indigo identisch zu sein.

Physiologische Beziehungen der Harnpigmente.

Physiologische Beziehungen der Harnpigmente. Ueber diese werden wir uns schon aus dem Grunde kurz fassen müssen, weil wir von keinem einzigen der verschiedenen Harnfarbstoffe wissen, ob er überhaupt als solcher schon im Harn vorkommt. Abgesehen davon, sind die meisten derselben notorisch pathologische Erzeugnisse und entstehen auch als solche erst in Folge von chemischen Einwirkungen, etwa mit Ausnahme des Uroerythrins und des Melanurins. Was die Abstammung aller dieser färbenden Materien des Harns anbelangt, so ist dieselbe ebenfalls dunkel. Man ist in neuerer Zeit mit dem Satze, dass alle thierischen Pigmente vom Blutfarbstoff abstammen, sehr freigebig gewesen und in der That ist die Richtigkeit desselben nichts weniger wie unwahrscheinlich, allein sie ist nicht bewiesen. Harley namentlich hat den Eisengehalt seines Urohämatins dafür geltend gemacht. Jedenfalls ist aber hervorzuheben, dass auch pathologische Thatsachen dieser Hypothese günstig sind; es zeigt sich nämlich der Harn vorzugsweise reich an Pigment bei Krankheiten der Lungen, der Leber und Milz, also von Organen, die zur Blutbildung in nächster Beziehung stehen und die Chromaturie fällt häufig zusammen mit einer vermehrten Entleerung von Harnsäure und harnsauren Salzen, also mit Substanzen, welche gleichfalls einer unvollkommenen Zersetzung der Blut- oder Gewebsbestandtheile ihre Entstehung verdanken. So zeigen endlich auch zahlreiche neuere Beobachtungen von dem Auftreten einer transitorischen Albuminurie mit aufgelöstem Hämatin, wie in der That durch die Einwirkung gewisser Substanzen die bedeutendsten Störungen in der Spaltung der Blutbestandtheile eintreten und Farbstoffe des Blutes in den Harn übergehen können. Ueber die etwaigen Verwandlungen, welche die Pigmente des Harns, bevor sie ausgeschieden werden, im Organismus zu erleiden fähig sind, wissen wir nichts; wir wissen nur,

dass mit dem Harn theils gefärbte, theils solche Stoffe ausgeschieden werden, die unter chemischen Einwirkungen in Pigmente überzugehen fähig sind, wie das Indican, dass dieselben im Allgemeinen kohlenstoffreich und stickstoffhaltig, ja zuweilen eisenhaltig sind und dass sie als Auswurfsstoffe zu betrachten sind, die zum Theil auf gehemmten Umsetzungen beruhen mögen, womit vorläufig bei dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse ihre physiologische Bedeutung erledigt ist.

Literatur. Die wichtigere Literatur über die Harnpigmente ist nachstehende; Prout: Annal. de Chim. Vol. XXXVI, p. 258. — Fr. Simon: Med. Chem. I, 312. — Scharling: Annal. d. Chem. u. Pharm. XLII, 265. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. LVII, 180. — Heller: Arch. f. phys. Chem. 1845. 161, 169, 172; ebendas.: 1846, 19, 536, 21. — Al. Martin: Das Urokyanin, Inauguraldissertat. 1846. München, auch im Arch. f. phys. Chem. 1846, 191, 287. — Virchow: Arch. f. path. Anat. VI, 259. — Prout: Inquiry in the nature and treatment of diabetes and calculus etc. II. edit. p. 16; Medico-chir. Transact. XII, 37. — Landerer: Buchner's Repert. f. d. Pharm. II. R. V, 234. — Braconnot: Annal. de Chim. et de Phys. XXIX, 258. — Dulk: Arch. d. Pharm. XVIII, 159. — Harley: Verhandl. der med. phys. Gesellsch. zu Würzburg. V; Journ. f. prakt. Chem. LXIV, 264. — Hill Hassal: Chem. Gaz. 1853, 355; Journ. f. prakt. Chem. LX, 382; Chem. Gaz. 1854, 320; Journ f. prakt. Chem. LXIII, 381. — v. Sicherer: Ann. d. Chem. und Pharm. CX, 120. — Schunck: Philos. Magaz. (4) XIV, 288. — Jahresber. f. Chem. von Liebig und Kopp. 1857, 564. — Carter: Edinb. med. Journ. 1859. Aug. p. 119. — E. Rottmann: Arch. de Pharm. Bd. 20, p. 288. — Eade: Arch. of medicine. I, 311. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XXVII, 388. — Thudichum: British med. journ. 1864. Nov. p. 509. — Valentiner: Deutsche Klinik. 1864, S. 195.

Excretin: $C_{78} H_{78} S O_2$.

Excretin.

Farblose, seideglänzende Krystallnadeln, unlöslich in kaltem und heissem Wasser und sich in kochendem Wasser in eine weiche, gelbe, harzartige Masse verwandelnd. Kaum löslich in kaltem, leicht in siedendem Alkohol, ebenso in Aether. Aehnlich dem Cholesterin auch in Galle löslich. Die Auflösungen sind vollkommen neutral. Die Krystalle schmelzen bei 92° bis 96° C. und werden beim Erkalten nicht wieder krystallinisch, sondern harzartig. Auf Platinblech erhitzt, schmilzt es, entwickelt einen eigenthümlichen, aromatischen Geruch und verbrennt endlich vollständig. Von kaustischen Alkalien wird es nicht aufgelöst, ebensowenig von verdünnten Mineralsäuren; von siedender Salpetersäure wird es unter Entwickelung rother Dämpfe zersetzt.

Vorkommen.

Vorkommen. Das Excretin wurde von Marcet in den menschlichen Excrementen Erwachsener aufgefunden und es scheint sehr schwierig zersetzbar zu sein, da es auch in solchen noch nachgewiesen werden konnte, welche mit Urin gemengt längere Zeit sich selbst überlassen gewesen waren. Bei Kindern fand sich in den Fäces Cholesterin. Dagegen war es in den Excrementen von Thieren nicht zu entdecken.

Es muss weiteren eingehenderen Untersuchungen vorbehalten bleiben, entscheidende Beweise für die Eigenthümlichkeit dieses Körpers so-

wie über seine chemische Natur beizubringen; die bis jetzt bekannten Eigenschaften lassen es als einen einerseits den Fettsäuren und anderseits dem Cholesterin mehrfach ähnlichen, aber in seiner Zusammensetzung namentlich durch seinen Schwefelgehalt davon wieder wesentlich verschiedenen Körper erscheinen.

Physiologische Beziehungen.

Auch von seinen physiologischen Beziehungen wird erst dann die Rede sein können, wenn es näher studirt ist; sein Vorkommen in den Excrementen spricht jedenfalls für seine Natur als Auswurfsstoff.

W. Marcet: Arch. of med. I, p. 98. — Derselbe: Journ. of the chem. soc. 1862, p. 407.

d. Stickstofffreie organische Säuren.

Flüchtige Säuren der Formel $(CH)_n O_4$.

Ameisensäure: $C_2 H_2 O_4$.

Ameisensäure.

Im concentrirten Zustande farblose, schwach rauchende, eigenthümlich stechend riechende Flüssigkeit, unter 0° C. krystallisirend, bei 100° C. siedend. In Dampfform brennbar, höchst ätzend und auf der Haut blasenziehend, mit Wasser mischbar. In verdünntem Zustande angenehm sauer schmeckend.

Die Salze der Ameisensäure mit Alkalien sind zerfliesslich, alle Salze überhaupt in Wasser löslich. In den Auflösungen ameisensaurer Salze erzeugt: Eisenchlorid eine blutrothe Färbung, salpetersaures Silberoxyd einen weissen Niederschlag, der sich beim Erhitzen durch Reduction schwärzt, salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen, beim Erhitzen unter Reduction sich grau färbenden, Quecksilberchlorid beim Erwärmen einen weissen Niederschlag von Calomel.

Wird Ameisensäure oder ein ameisensaures Salz mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt, so zerfällt die Ameisensäure in Kohlenoxyd und Wasser. — Ameisensaure Salze mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, entwickeln den charakteristischen Geruch der Ameisensäure; setzt man vorher etwas Alkohol zu, so entwickelt sich der punschähnlich riechende Ameisenäther.

Vorkommen.

Vorkommen. Zum Theil frei, zum Theil an Basen gebunden, wurde die Ameisensäure im Thierreiche nachgewiesen: in den Ameisen, in den Giftorganen und Brennstacheln gewisser Insecten, in den Brennhaaren der Processionsraupe; ferner im Schweiss, im Safte der Milz, des Pancreas, der Thymusdrüse, im Muskelsafte, im Gehirn, im Blute und im Harn.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Die Ameisensäure ist jedenfalls da wo sie vorkommt, in Lösung enthalten, wie sich schon aus dem Umstande, dass sie nicht allein im freien Zustande in Wasser sich in allen Verhältnissen löst, sondern auch aus der Löslichkeit aller ihrer Salze in Wasser von selbst ergiebt. Wo sie übrigens frei und wo sie gebunden vorkommt, ist nicht immer mit Sicherheit zu entscheiden, da die zu ihrem Nach-

weise eingeschlagenen Methoden häufig solche waren, die wohl geeignet schienen, die Frage zu erledigen, ob überhaupt Ameisensäure aus den betreffenden Untersuchungsobjecten gewonnen werden konnte, nicht aber, ob sie ursprünglich darin als freie Ameisensäure enthalten gewesen war. Es kann als ausgemacht gelten, dass die in den Giftorganen und Brennstacheln niederer Thiere nachgewiesene Ameisensäure darin als freie Säure auftritt; dagegen ist es mindestens sehr wahrscheinlich, dass die in den Geweben gefundene an Basen gebunden ist; da, wo in diesen Säften Alkali vorwaltet, kann von freier Ameisensäure ohnehin nicht die Rede sein; in dem sauer reagirenden Schweiss könnte allerdings die Ameisensäure als freie Ameisensäure gedacht werden, doch fehlt es an entscheidenden Beobachtungen.

Abstammung.

Abstammung. Wenn wir über die Frage nach der Abstammung der Ameisensäure in Erörterung eintreten, so ist zuvor Zweierlei zu bemerken: einmal, dass wir dabei nur die Ernährungsverhältnisse der höheren Thierclassen, über welche allein genauere Beobachtungen vorliegen, im Auge haben und dann, dass so ziemlich Alles, was wir über diese Frage beizubringen vermögen, auch auf die übrigen flüchtigen Säuren der homologen Reihe $(C\,H)_n\,O_4$ Bezug hat, so dass wir ein- für allemal die diese Säuren betreffenden Frage zu erledigen suchen werden. Die genetischen Beziehungen der Ameisensäure, welche uns die Chemie an die Hand giebt, sind bei der Beantwortung derselben allerdings von Wichtigkeit; allein sie reichen nicht zu einer definitiven Erledigung derselben hin. Sie lehren, dass die Ameisensäure ein sehr allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper ist, sie lehren namentlich, dass diese Säure bei der Oxydation der Albuminate, der Albuminoide, des Glycins, des Zuckers und anderer Kohlehydrate mit energischen Oxydationsmitteln, wie Chromsäure oder Superoxyden, bei der Behandlung der Fette und fetten Säuren mit Salpetersäure entstehe, dass sie endlich auch ein Product der Einwirkung des Ozons auf Glycerin, Fette, fettsaure Salze, hippursaure Salze, Essigsäure und Zucker bei Gegenwart freien Alkalis sei (Gorup-Besanez). Demnach könnte man die im Thierorganismus auftretende Ameisensäure, eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose, ableiten von den Albuminaten oder Albuminoiden, überhaupt von den stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheilen und ihren absteigenden Derivaten, oder von den stickstofffreien Gewebsbestandtheilen: von den Fetten, oder endlich von beiden zugleich. Wenn man den Umstand ins Auge fasst, dass die Chemie eine Bildung dieser Säure ebensowohl durch Oxydation von Albuminaten wie von Fetten und Fettsäuren wirklich nachweist und sie überhaupt als ein sehr allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper auftritt, so erscheint es noch am Wahrscheinlichsten, dass ihre Gegenwart im Thierkörper ebenfalls auf beide Quellen zurückgeführt werden muss und dass sie als eines der Producte der allmählichen Spaltung ebensowohl der stickstoffhaltigen, wie der stickstofffreien Bestandtheile des Thierkörpers zu

betrachten ist. Es ist aber besonderer Erwähnung werth, dass bisher diese Säure ebensowohl wie die flüchtigen Säuren der Reihe überhaupt, wenn wir von ihrem Vorkommen im Schweisse absehen, hauptsächlich in einigen Drüsensäften neben Leucin nachgewiesen wurden, welches wie bekannt, sehr leicht in flüchtige Fettsäuren und Ammoniak verwandelt wird (vergl. S. 217) und in der That hat man in einigen dieser Drüsensäfte ziemlich viel Ammoniak nachgewiesen. Es wäre daher sehr wohl möglich, dass ein Theil der flüchtigen Fettsäuren aus dem Leucin zunächst hervorginge. Ob die eigentlichen Fettsäuren, namentlich die Oelsäure, im Organismus durch Oxydation in flüchtige Säuren, Ameisensäure etc., übergehen können, wie es ausserhalb des Organismus durch energische Oxydationsmittel geschieht, muss dahingestellt bleiben, doch sind meine Erfahrungen über die Oxydation der Fettsäuren in alkalischer Lösung durch Ozon dieser Ansicht wenig günstig.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Wenn wir nicht annehmen wollen, dass die im Schweisse austretenden flüchtigen Fettsäuren und die zuweilen mit dem Harn entleerten die Gesammtmenge der im Organismus gebildeten und namentlich in den Drüsensäften angehäuften darstellen, so müssen dieselben allerdings eine wenigstens theilweise Umwandlung erleiden. Ihr chemisches Verhalten lässt nicht bezweifeln, welcher Art in diesem Falle ihre Verwandlungen sein werden. Die höheren Glieder, wie Valeriansäure, Buttersäure, werden in die niederen Glieder übergehen, wie Essigsäure und Ameisensäure und endlich als Kohlensäure und Wasser austreten. Dafür spricht auch die von mir gemachte Beobachtung, dass Ameisensäure in alkalischer Lösung durch Ozon allmählich zu Kohlensäure oxydirt wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Wir vermögen nach den vorliegenden Thatsachen der Ameisensäure und den flüchtigen Säuren der Reihe überhaupt, keine andere physiologische Bedeutung zuzuerkennen, wie die von Endproducten der regressiven Stoffmetamorphose.

Essigsäure: $C_4 H_4 O_4$.

Essigsäure.

Im concentrirten Zustande farblose, durchdringend und angenehm sauer riechende, scharf sauer schmeckende ätzende Flüssigkeit von 1,063 specif. Gew. und 119° C. Siedpunkt. Ist entzündlich, brennt mit blauer Flamme, krystallisirt bei 5° C. Ueber 16° C. ist sie flüssig. Mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar.

Verdünnt besitzt sie die Eigenschaften des Essigs.

Die essigsauren Salze sind krystallisirbar und meist in Wasser und Weingeist löslich. Beim Glühen werden sie zerlegt. Die mit alkalischer oder alkalisch-erdiger Basis verwandeln sich dabei in kohlensaure Salze. Von denen mit metallischer Basis lassen einige Metall, andere Oxyd zurück. Mit starken Basen destillirt, liefern sie Aceton.

Gegen Eisenchlorid verhalten sich die essigsauren Salze wie die ameisensauren.

Salpetersaures Silberoxyd bewirkt in den Lösungen neutraler essigsaurer Salze einen weissen krystallinischen Niederschlag von essigsaurem Silberoxyd, der in heissem Wasser ohne Reduction löslich ist und sich beim Erkalten wieder krystallinisch absetzt. Ammoniak nimmt ihn leicht auf. Salpetersaures Quecksilberoxyd bewirkt in verdünnten Lösungen essigsaurer Salze anfangs keinen Niederschlag, nach kurzer Zeit aber bilden sich kleine Krystallflimmerchen von fettglänzendem Ansehen: essigsaures Quecksilberoxydul. Dasselbe ist in kochendem Wasser löslich, scheidet sich aber beim Erkalten wieder aus. Durch längeres Kochen wird das Salz theilweise zersetzt und das ausgeschiedene metallische Quecksilber ertheilt dem Niederschlag eine graue Färbung.

Erwärmt man essigsaure Salze mit verdünnter Schwefelsäure, so entwickelt sich Essigsäure, an ihrem Geruch kennbar. Erhitzt man die Salze aber mit einem Gemenge von gleichen Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure und Alkohol, so entwickelt sich Essigäther.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Essigsäure, grösstentheils an Basen gebunden, zum Theil aber wohl auch frei, wurde bisher nachgewiesen: im Schweisse, im Safte der Milz, im Safte anderer Drüsen, im Muskelsafte, im Blute Leukämischer. Auch im Blute von Thieren, welche mit Branntwein getränktes Futter erhalten hatten, wurde Essigsäure nachgewiesen; ebenso zuweilen im Magen nach dem Genusse zucker- oder stärkmehlhaltiger Substanzen und unter denselben Verhältnissen auch im Erbrochenen.

Physiologische Beziehungen.

Von den physiologischen Beziehungen der Essigsäure gilt alles bei der Ameisensäure Gesagte.

Propionsäure: $C_6 H_6 O_4$.

Propionsäure.

Die concentrirteste Säure ist eine ölige, farblose Flüssigkeit, welche bei niederer Temperatur in Blättern krystallisirt und bei 138° bis 140° C. siedet. Sie riecht eigenthümlich, an Buttersäure und Essigsäure zugleich erinnernd und schmeckt brennend. In Wasser ist sie leicht löslich, bei überschüssiger Säure scheidet sich aber auf dem Wasser ein Theil in öligen Tropfen ab.

Mit Basen bildet die Propionsäure in Wasser lösliche und grösstentheils krystallisirbare Salze, die beim Erwärmen mit Schwefelsäure den Geruch der Säure entwickeln.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in concentrirten Lösungen der propionsauren Alkalien einen weissen Niederschlag von propionsaurem Silberoxyd, welcher in kochendem Wasser unter Reduction von etwas Silber, sonach unter Schwärzung löslich ist und beim Erkalten der Lösung in weissen, glänzenden schweren Körnern (unter dem Mikroskop Drusen von Nadeln) krystallisirt. Der propionsaure Baryt ist in Wasser leicht löslich und krystallisirt in kleinen Rectanguläroctaëdern, oder rechtwinklichen Prismen mit schiefen Endflächen.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Propionsäure ist bis jetzt als Bestandtheil thierischer Organismen noch nicht mit voller Sicherheit aufgefunden, doch ist es wahrscheinlich, dass sie neben Buttersäure namentlich in gewissen Drüsensäften auftritt. Es sprechen dafür auch ihre künstlichen Bildungsweisen durch Oxydation der Albuminate, der Oelsäure, des Glycerins.

Ich habe namentlich auch nachgewiesen, dass Propionsäure ein Product der Oxydation des Glycerins durch Ozon in alkalischer Lösung ist. Doch liegen auch Angaben über ihr Vorkommen im Schweisse (Schottin), im Magensafte (C. Schmidt) und im Erbrochenen bei der Cholera (Hermann) vor. Im vergohrenen diabetischen Harn wurde sie ebenfalls nachgewiesen (Klinger).

Physiologische Beziehungen.

Von ihren physiologischen Beziehungen gelten alle bei der Essigsäure bereits gegebenen Erörterungen.

Buttersäure: $C_8 H_8 O_4$.

Buttersäure.

In concentrirtem Zustande ölartige, farblose, stark nach ranziger Butter riechende Flüssigkelt von beissendem Geschmack, von 0,97 specif. Gew. und 157° C. Siedepunkt. Wird selbst bei — 20° C. noch nicht fest. Verbrennt mit blauer Flamme. In Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen löslich.

Die Verbindungen der Buttersäure mit Alkalien sind zerfliesslich und nicht krystallisirbar; die Verbindungen der Buttersäure mit eigentlichen Metalloxyden verlieren beim Erwärmen einen Theil ihrer Säure und besitzen schon bei gewöhnlicher Temperatur den Geruch der Buttersäure. Beim Erhitzen verwandeln sie sich wie die vorhergehenden entweder in kohlensaure Salze oder in Oxyd und Metall.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in concentrirten Lösungen buttersaurer Alkalien einen weissgelblichen krystallinischen Niederschlag von buttersaurem Silberoxyd. Dasselbe bildet perlmutterglänzende Blättchen, in kaltem Wasser fast unlöslich. Beim Erhitzen lässt es metallisches Silber zurück. Salpetersaures Quecksilberoxydul bewirkt in den Lösungen buttersaurer Alkalien einen aus glänzenden Schüppchen bestehenden Niederschlag, ähnlich dem essigsauren Quecksilberoxydul. Schwefelsaures Kupferoxyd erzeugt in der Lösung buttersaurer Salze einen blaugrünen Niederschlag von buttersaurem Kupferoxyd. In kochendem Wasser gelöst, krystallisirt es beim Erkalten in achtseitigen bläulichgrünen Prismen.

Wird Buttersäure mit Barytwasser gesättigt und die Lösung der freiwilligen Verdunstung überlassen, so scheidet sich buttersaurer Baryt in langen, abgeplatteten, vollkommen durchsichtigen Prismen, oder auch wohl in körnigen, warzigen Gruppen aus. Funke's Atl. 2te Aufl. Taf. II, Fig. 2. Der buttersaure Baryt is in Wasser leicht löslich; auf Wasser in kleinen Stückchen geworfen, bewegt er sich wie der Campher mit grosser Geschwindigkeit.

Erwärmt man ein buttersaures Salz mit Schwefelsäure, so entwickelt sich Buttersäure, kennbar durch ihren eigenthümlichen Geruch.

Die Buttersäure verbindet sich auch mit Kalk, Magnesia, Zinkoxyd und Bleioxyd. Der buttersaure Kalk krystallisirt in feinen Nadeln, riecht nach Buttersäure, löst sich leicht in kaltem Wasser, scheidet sich aber beim Kochen fast vollständig wieder aus.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Buttersäure wurde bisher im Thierkörper aufgefunden und zwar meist wohl an Basen gebunden, etwa den Schweiss ausgenommen: im Schweisse, im Muskelsafte, im Safte der Milz und anderer Drüsen, im Harne (selten), ferner im Inhalte des Magens und in den bei Verdauungsstörungen erbrochenen Massen, im Inhalte des Cöcums

und Colons und in den festen Excrementen nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, endlich in dem übelriechenden Safte, welchen viele Laufkäfer: Arten der Gattung Carabus, wenn man sie reizt, aus einer am After liegenden Drüse ejaculiren. Dagegen ist sie im Blute noch nicht mit voller Bestimmtheit nachgewiesen.

Physiologische Beziehungen.

Auch bezüglich der physiologischen Beziehungen der Buttersäure kann zum grössten Theile auf die bei der Ameisensäure gegebenen Erörterungen verwiesen werden, doch muss dem dort Gesagten bezüglich der Abstammung der Buttersäure eine gewisse Einschränkung gegeben werden, insofern es sich nämlich um ihr Vorkommen in den ersten Wegen handelt. Es leuchtet von selbst ein, dass wir flüchtige Säuren dieser Reihe, die wir in den ersten Wegen finden, nicht auf den Umsatz von Gewebsbestandtheilen, sondern auf den Umsatz der genossenen Nahrungsmittel zurückzuführen haben, um so mehr, als sie sich in den ersten Wegen besonders reichlich nach dem Genusse stärkmehl- oder zuckerhaltiger Nahrung finden und als Kohlehydrate bei Gegenwart thierischer Fermente stets die Buttersäure- und Milchsäure-Gährung erleiden. Es muss ausserdem erwähnt werden, dass man das häufige Auftreten der Buttersäure in den ersten Wegen sogar in eine nähere Beziehung zur Fettbildung im Thierkörper zu bringen versucht hat. Da nämlich Amylacea zur Fettbildung im Thierkörper erfahrungsgemäss beitragen, so hat man sich die Rolle derselben bei der Fettbildung so gedacht, dass ihre in den ersten Wegen erfolgende Buttersäuregährung gewissermaassen den ersten Anstoss zur Fettbildung gebe, wobei man sich zugleich auf das constante Vorkommen des Buttersäure-Glycerids unter den Fetten der Milch berufen zu dürfen glaubte. Allein für diese Auffassung der Fettbildung im Thierkörper fehlen alle stricte Beweise und die Chemie vermag bis jetzt Stützen für die Voraussetzung, dass die niederen Glieder der Fettsäurereihe in die höheren, dass somit Buttersäure in Palmitinsäure, Stearinsäure, Oelsäure etc. übergehen könne, nicht zu liefern. Bezüglich des Vorkommens der Buttersäure in dem Safte der Analdrüsen von Carabus macht Pelouze darauf aufmerksam, dass diese Thiere vorzugsweise von animalischer Nahrung leben.

Valeriansäure: $C_{10}H_{10}O_4$.

Valeriansäure.

Farblose, ölige Flüssigkeit von durchdringend käseartigem Geruch und scharfem, brennendem Geschmack. Auf Papier gebracht macht sie Oelflecken, welche in der Wärme wieder vollständig verschwinden. Sie ist im concentrirtesten Zustande entzündlich, in Weingeist und Aether in allen Verhältnissen löslich, in Wasser jedoch schwieriger, sie bedarf 30 Theile Wasser zur Auflösung. Sie siedet bei 175°C. und erstarrt noch nicht bei — 15°C.

Die Verbindungen der Valeriansäure mit Alkalien sind auflöslich und nicht krystallisirbar, die meisten übrigen Salze krystallisiren in perlmutterglänzenden, dem Cholesterin oder der Borsäure ähnlichen Schüppchen, alle schmecken und riechen baldrianartig. In höherer Temperatur verhalten sie sich ähnlich wie die Salze der

vorhergehenden Säuren. Das Kalisalz giebt anfangs reine Valeriansäure aus, das Kalksalz giebt mit Kalkhydrat destillirt Valeron, während kohlensaurer Kalk zurückbleibt.

Der valeriansaure Baryt krystallisirt in durchsichtigen Prismen, welche bei 20 bis 25° C. verwittern, oder häufiger in cholesterinähnlichen Blättern; er ist leicht löslich in Wasser, aber schwer in Weingeist.

Das valeriansaure Silberoxyd erhält man, wenn mässig concentrirte Lösungen von valeriansaurem Ammoniak und salpetersaurem Silberoxyd mit einander gemischt werden. Es krystallisirt in feinen silberglänzenden Blättchen und ist sehr schwer löslich.

Erwärmt man ein valeriansaures Salz mit Schwefelsäure, so entwickelt sich Valeriansäure mit dem ihr eigenthümlichen stechenden Geruch.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Valeriansäure ist bisher mit Sicherheit unter physiologischen Verhältnissen im Thierkörper nicht aufgefunden; Frerichs wies sie aber im Harn bei Typhus, Variola und acuter Leberatrophie nach.

Die im flüssigen Fette einiger Delphinusarten, namentlich Delphinus globiceps vorkommende Valeriansäure scheint einer ranzigen Zersetzung dieses Fettes ihren Ursprung zu verdanken.

Physiologische Beziehungen.

Von den physiologischen Beziehungen der Valeriansäure kann nach dem Angeführten nicht wohl die Rede sein. Sollte sie als ein normaler Bestandtheil des Thierorganismus später noch nachgewiesen werden, so würde von ihr nahezu dasselbe gelten, was von den übrigen Säuren der Reihe ebensowohl in Bezug auf Abstammung als auf physiologische Bedeutung gilt.

Capronsäure	$C_{12}H_{12}O_4$
Caprylsäure	$C_{16}H_{16}O_4$
Caprinsäure	$C_{20}H_{20}O_4$.

Capron-, Capryl- und Caprinsäure.

Die Capronsäure ist eine wasserhelle, ölige Flüssigkeit von eigenthümlichem Schweissgeruch, bei — 9° C. noch flüssig, bei 202° C. siedend, von brennendem Geschmack und in Wasser ziemlich schwierig löslich.

Die capronsauren Salze riechen und schmecken der freien Säure ähnlich, sind meist in Wasser löslich und krystallisirbar. Das Barytsalz krystallisirt in langen, büschelförmig vereinigten seideglänzenden Nadeln.

Die Caprylsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche, halbflüssige Masse, unter + 12° C. in Nadeln krystallisirend, bei 236° C. siedend, von schweissähnlichem Geruch, welcher beim Erwärmen stärker hervortritt. In Wasser ist sie sehr schwer löslich.

Die caprylsauren Salze sind im Allgemeinen schwieriger löslich, wie die der vorhergehenden Säuren. Das Barytsalz krystallisirt aus der heissen Lösung beim Verdampfen in feinen fettglänzenden Schuppen, beim freiwilligen Verdampfen in Körnern.

Die Caprinsäure stellt bei gewöhnlicher Temperatur eine weisse krystallinische Masse dar, welche bei 27° C. schmilzt. Sie besitzt einen schwachen Schweiss- oder Bocksgeruch, siedet bei 267° C., und ist in Wasser sehr wenig löslich. Auch ihre Salze sind schwer löslich, das Barytsalz krystallisirt in fettglänzenden Schüppchen oder Nadeln.

Vorkommen. Keine dieser Säuren ist bis nun im Thierkörper mit Sicherheit präformirt nachgewiesen worden, allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass sehr geringe Mengen derselben ebensowohl im Schweisse als auch im Blute vorkommen. Dafür spricht, dass der Schweiss zuweilen einen dem dieser Säuren auffallend ähnlichen Geruch zeigt, dass auch das Blut gewisser Säugethiere bei dem Erwärmen mit Schwefelsäure einen ähnlichen Geruch entwickelt und dass endlich bei der Oxydation der Fette und der Seifen durch Ozon in alkalischer Lösung geringe Mengen einer öligen in Wasser schwerlöslichen und nach Capronsäure riechenden Säure gebildet werden.

Vorkommen.

Literatur zu den flüchtigen Fettsäuren: Fr. Will: Froriep's Notizen. Bd. VII, 141. — Schottin: de sudore. Dissertat. Lipsiae 1851. — H. Ranke: Journ. f. prakt. Chem. LVI, 17. — J. Scherer: Verh. d. phys. med. Ges. in Würzb. II, 321. VII, 123. — Derselbe: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXIX, 196. — Siegmund: Verh. d. phys. med. Gesellsch. zu Würzb. III, 50. — E. v. Bibra: Vergl. Unters. über das Gehirn. 1854. — v. Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCVIII, 26. — W. Müller: Ebendas. CIII, 150. — Bouchardat et Sandras: Annal. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. XXI, 448. — Frerichs: Handwörterb. d. Physiol. Bd. III. Abth. 3, S. 808. 853. — Neubauer: Annal. d. Chem. u. Pharm. XLVII, 129. — Klinger: Ebendas. CVI, 18. — C. Schmidt: Arch. f. phys. Heilk. XIII, 172. — Hermann: Poggend. Annal. XXII, 169. — Pelouze: Compt. rend. XLIII, 123. — Frerichs: Wiener med. Wochenschr. 1854. Nr. 30. — Matteucci: Annal. de Chim. et de Phys. 1853. LII, 137. — Sczelkow: Arch. f. Anat. u. Phys. 1864, 672.

Weitere stickstofffreie organische Säuren.

Benzoësäure: $C_{14}H_6O_4$.

Im sublimirten Zustande erscheint die Benzoësäure in farblosen, glänzenden, feinen biegsamen Nadeln, auf nassem Wege krystallisirt in Schuppen. Beim Erkalten wässeriger Lösungen erhält man immer Krystalle, die sich unter dem Mikroskop als dendritisch aneinandergereihte, auch wohl übereinanderliegende Tafeln von genau 90° ausweisen; selten findet man einen Winkel abgestumpft, dann aber gerade, so dass beide Winkel = 135°.

Benzoësäure.

Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. II, Fig. 6.

Bis auf 240° C. erhitzt, verflüchtigt sie sich ohne Zersetzung in weissen Dämpfen, die ein eigenthümliches Kratzen im Schlunde und Hustenreiz veranlassen und sich an kältere Körper in Gestalt von feinen langen Nadeln anlegen. Die Benzoësäure ist in kaltem Wasser sehr schwer löscich, von heissem Wasser und Alkohol wird sie ziemlich leicht aufgenommen, ebenso von Aether. Sie ist geruchlos, schmeckt scharf, erwärmend und röthet in ihren Lösungen blaue Pflanzenpapiere. Angezündet brennt sie wie ein Fett mit leuchtender, russender Flamme.

Mit concentrirter Salpetersäure bildet die Benzoësäure die Nitrobenzoësäure und mit Salpeterschwefelsäure Dinitrobenzoësäure.

Innerlich gebraucht verwandelt sie sich im Organismus in Hippursäure und

findet sich als solche im Harn wieder. Die Nitrobenzoësäure verwandelt sich unter gleichen Verhältnissen in Nitrohippursäure.

Die Benzoësäure bildet mit den meisten Oxyden in Wasser lösliche Salze, nur mit denjenigen, welche schwache Basen sind, vereinigt sie sich zu unlöslichen oder schwerlöslichen Verbindungen. Die benzoësauren Alkalien sind in Alkohol löslich.

Eisenchlorid bewirkt in der Auflösung benzoësaurer Alkalien einen bräunlichgelben Niederschlag von benzoësaurem Eisenoxyd, welcher von Ammoniak in der Art zersetzt wird, dass sich Eisenoxydhydrat abscheidet und sich benzoësaures Ammoniak aufgelöst findet. Stärkere Säuren scheiden aus dem benzoësauren Eisenoxyd Benzoësäure aus. Starke Säuren scheiden aus den Lösungen benzoësaurer Salze Benzoësäure in Gestalt krystallinischer, glänzender, weisser Schüppchen aus. Essigsaures Bleioxyd schlägt freie Benzoësäure und benzoësaures Ammoniak nicht, oder wenigstens nicht sogleich, benzoësaure Salze mit fixer alkalischer Basis aber flockig weiss nieder.

Bringt man zu einer Mischung von Weingeist, Ammoniak und Chlorbaryumlösung freie oder an ein Alkali gebundene Benzoësäure, so entsteht kein Niederschlag.

Vorkommen.

Vorkommen. Präformirt scheint Benzoësäure im Organismus nicht vorzukommen; denn da, wo man sie gefunden hat, im faulen Pferdeharn, im Smegma Praeputii, im Schweiss, ist sie entweder durch Zersetzung der Hippursäure entstanden, oder sie wurde von aussen eingeführt. Das in neuerer Zeit beobachtete Vorkommen von Benzoësäure in den Nebennieren dürfte wohl auch auf ursprünglich vorhanden gewesene Hippursäure zurückzuführen sein, um so mehr, da in diesem Organe schon früher Hippursäure nachgewiesen wurde. Ueber die mögliche Abstammung der Benzoësäure vergleiche man das über die Bildung und Abstammung der Hippursäure Gesagte.

Seligsohn: De pigmentis pathologicis ac morbo Addisoni adjecta chemia glandularum suprarenalium Dissertatio. Berol. 1858.

Milchsäure: $C_6 H_6 O_6$.

Milchsäure.

A. Gewöhnliche Milchsäure. Im concentrirtesten Zustande stellt die reine Milchsäure eine farb- und geruchlose, zuweilen gelb gefärbte, syrupähnliche Flüssigkeit dar, die unter keinen Verhältnissen zum Erstarren zu bringen ist und einen stark und rein sauren Geschmack besitzt. Ihr specifisches Gewicht ist 1,215. Sie ist in allen Verhältnissen in Wasser, Alkohol und Aether löslich und zieht aus der Luft Wasser an. Auch in sehr verdünntem Zustande zeigt sie deutlich saure Reaction. Die Milchsäure ist nichtflüchtig und treibt flüchtige Säuren, auch einige starke Mineralsäuren aus ihren Salzen aus; wird sie längere Zeit einer Temperatur von 130 bis 140° C. ausgesetzt, so verliert sie ihr Wasser und es bleibt wasserfreie Milchsäure zurück. Bei starkem Erhitzen wird sie zersetzt unter Bildung von Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Aldehyd und anderen Verbindungen.

Wird Milchsäure mit concentrirter Salpetersäure gekocht, so geht sie in Oxalsäure über und wird Milchsäure oder ein milchsaures Salz mit dem fünf-

bis sechsfachen Gewichte Schwefelsäure gelinde erwärmt, so entweicht reines Kohlenoxydgas in beträchtlicher Menge und auf Zusatz von Wasser scheidet sich ein brauner huminähnlicher Körper aus. Durch gewisse Fermente wird sie in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoffgas zerlegt; durch Erhitzen mit concentrirter Jodwasserstoffsäure wird sie in Propionsäure verwandelt.

Mit Basen bildet die Milchsäure meistens neutrale Salze, die ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, sehr viele auch in Weingeist, nicht aber in Aether. Die milchsauren Alkalien, milchsaurer Baryt, Thonerde, Eisenoxyd und Zinnoxyd sind nicht krystallisirbar, die übrigen krystallisiren leicht und sind luftbeständig. Die milchsauren Alkalien und alkalischen Erden gehen beim Glühen in kohlensaure Salze über, die Salze der eigentlichen Metalle hinterlassen theils Oxyd, theils Metall.

Von den milchsauren Salzen sind für die Erkennung der Milchsäure von besonderer Wichtigkeit der milchsaure Kalk und das milchsaure Zinkoxyd.

Milchsaurer Kalk: $C_6 H_5 Ca O_6 + 5$ aq. wird erhalten durch Kochen der Milchsäure mit kohlensaurem Kalk. Dieses Salz schiesst aus der concentrirten Lösung in harten weissen Körnern an. Unter dem Mikroskop bildet der milchsaure Kalk Büschel feiner Nadeln, von denen je zwei so aneinander gelagert sind, dass sie mit den kurzen Stielen ineinander übergehenden Besen oder Pinseln gleichen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. I, Fig. 4. Robin u. Verdeil: Atl. Pl. IX, Fig. 3).

Der milchsaure Kalk ist in heissem Wasser und Alkohol leicht löslich.

Milchsaures Zinkoxyd: $C_6 H_5 Zn O_6 + 3$ aq., erhält man durch Kochen von reinem oder kohlensaurem Zinkoxyd mit Milchsäure; beim Erkalten scheidet es sich, wenn die Lösung concentrirt war, in krystallinischen Krusten, aus verdünnter Lösung in feinen spiessigen Krystallen aus.

Unter dem Mikroskop erhält man durch rasches Erkalten einer heissen Lösung von milchsaurem Zinkoxyd denen des Gypses sehr ähnliche, zierliche, kugelige Nadelgruppen; bei starker Vergrösserung überzeugt man sich leicht, dass die Grundform der einzelnen Krystallindividuen Verticalprismen mit gerader Endfläche oder gerade aufgesetztem stumpfen Horizontalprisma sind. Bei allmählicher Bildung beobachtet man Folgendes: Die kleinsten, am Rande des Tropfens gebildeten Krystalle haben die Gestalt einer beiderseits abgestumpften Keule, sie convergiren gegen das Centrum des Tropfens hin und zwar so, dass das verjüngte Ende das centrale wird, das peripherische dagegen nach dem Rand des Tropfens sieht. Das centrale dünnere Ende wird von einem stumpfen Winkel mit anfangs sphärischen Schenkeln, das peripherische dickere von einem vollständigen Kreissegment begrenzt. Allmählich wird der Krystall dicker, aus dem peripherischen Kreissegment wird ein Winkel mit sphärischen Schenkeln, das dickere Ende der Keule dehnt sich nach hinten zu wachsend aus, wird schmäler, die Schenkel des centralen, dann die des peripherischen stumpfen Endwinkels werden immer gerader, endlich sind beide Extremitäten des Krystalls verjüngt, die Mitte bauchig, die stumpfen Winkel oben und unten werden geradschenklig und die Krystallbildung ist vollendet. Besonders charakteristisch für die mikroskopische Krystallform des milchsauren Zinkoxyds ist der bauchige, tonnen- oder auch wohl keulenförmige Habitus. Messungen des stumpfen begrenzenden Winkels ergaben C. Schmidt zwei Reihen von Werthen, einen $= 134^0\ 10'$, den andern $= 124^0$. Die Neigungswinkel der Flächen des Verticalprismas der Grundform ∞ P sind $= 76^0\ 58'$ und $103^0\ 2'$. Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. I, Fig. 5.

B. Fleischmilchsäure. Paramilchsäure. Im freien Zustande unterscheidet sich die Fleischmilchsäure von der gewöhnlichen weder durch Zusammensetzung noch durch Eigenschaften, wohl aber in den Salzen und zwar in dem Krystallwassergehalt, der Krystallform und den Löslichkeitsverhältnissen der letzteren.

Fleischmilchsaurer Kalk: $C_6 H_5 Ca O_6 + 4$ aq, ist in Wasser schwieriger löslich wie der gewöhnliche milchsaure Kalk.

Fleischmilchsaures Zinkoxyd: $C_6 H_5 Zn O_6 + 2$ aq., ist in Wasser und Weingeist weit löslicher wie das gewöhnliche Zinksalz.

Fleischmilchsaures Kupferoxyd: $C_6 H_5 Cu O_6 + 3$ aq., krystallisirt mit 3 Aeq. Krystallwasser, während das gewöhnliche Salz 2 Aeq. Krystallwasser enthält, wird nur in kleinen Krystallwarzen erhalten, während das gewöhnliche grosse Krystalle bildet, ist in Wasser und Weingeist löslicher wie letzteres und wird schon bei 140° C. zersetzt, während das gewöhnliche Salz bis auf 200° C. ohne Zersetzung erhitzt werden kann.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Milchsäure gehört, theils frei, theils in der Form milchsaurer Salze, zu den im Thierkörper verbreitetsten Säuren. Als mehr oder weniger constanter Bestandtheil wurden gewöhnliche Milchsäure und milchsaure Salze nachgewiesen: im Magensafte, im Dünn- und Dickdarminhalte und im Chylus des Milchbrustgangs von Pferden nach stärkmehlreicher Fütterung; Fleischmilchsäure findet sich im Muskelsafte und in jenem der contractilen Faserzellen und in der Galle. Für die in den parenchymatösen Säften der Milz, Leber, Thymus, Thyreoidea, des Pancreas, der Lungen und des Gehirns, als Natronsalz in der Allantoisflüssigkeit der Kühe und als Kalksalz im Harn der Pferde enthaltene Milchsäure ist es nicht in allen Fällen entschieden, ob es gewöhnliche oder Fleischmilchsäure war. Die in der Thymus des Kalbes (Gorup-Besanez) und im Gehirn aufgefundene (W. Müller) war nach dem Krystallwassergehalt ihres Kalksalzes gewöhnliche Milchsäure. Nicht constant und nur unter gewissen zum Theil pathologischen Bedingungen tritt Milchsäure frei oder gebunden auf: in der Milch, wo sie immer erst durch Spaltung des Milchzuckers unter der Einwirkung des als Ferment wirkenden Caseins entsteht (gewöhnliche Milchsäure), im Blute bei Leukämie, Pyämie und Puerperalfieber, in eitrigen und anderen Transsudaten, im menschlichen Harne bei gestörtem Stoffwechsel durch mangelhafte Verdauung und Respirationsstörungen, bei Rhachitis und Osteomalacie, meist neben oxalsaurem Kalk, endlich bei der beim Stehen des Harns an der Luft erfolgenden sauren Gährung desselben, im Speichel bei Diabetes, im Schweisse bei Puerperalfieber, endlich in osteomalacischen Knochen. Ihr Vorkommen im Eidotter (Gobley) erscheint zweifelhaft.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Nach den bisherigen Erfahrungen findet sich die Milchsäure normalerweise frei zunächst nur im Magensafte und im Duodenum. Man hat angenommen, dass die saure Reaction des Chymus im Dünndarm von freier Milchsäure herrühre, die aus den

Amylaceïs der Nahrung entstehe; allein Cl. Bérnard hat gezeigt, dass während der Verdauung pflanzlicher Nahrungsstoffe der Chymus alkalisch reagire, während er umgekehrt bei der Verdauung thierischer Nahrungsmittel sauer werde. Bei einem anus artificialis des aufsteigenden Colons konnte Lehmann sich überzeugen, dass die saure Reaction des Darminhalts von Milchsäure herrührte, obgleich die Reaction des Darmsaftes alkalisch ist, es musste daher in diesem Falle die freie Milchsäure durch die Zersetzung der stärkmehlhaltigen Nahrungsmittel entstanden sein. Die frühere Ansicht, dass auch der Muskelsaft von freier Milchsäure sauer sei, ist, wie neuere Beobachtungen ergeben haben, auf einer irrigen Voraussetzung beruhend, indem es sich herausgestellt hat, dass der lebens- und leitungsfähige und ruhende Muskel keine saure Reaction zeigt, dieselbe vielmehr erst dann eintritt, wenn die Starre desselben beginnt. Doch hat Dubois-Reymond auch gefunden, dass der Muskel nicht bloss beim Absterben sauer wird, sondern auch im Leben in Folge heftiger Muskelanstrengungen. Es entsteht nun die Frage, ob weder freie Milchsäure noch milchsaure Salze im ruhenden lebenden Muskel vorkommen und daher die Milchsäure überhaupt erst bei der Starre und bei Muskelcontractionen gebildet werde, oder ob im ruhenden lebenden Muskel milchsaure Salze enthalten sind, aus welchen die Säure beim Starrwerden und bei der Muskelarbeit auf irgend eine Weise in Freiheit gesetzt wird. Letzteres würde aus den Beobachtungen von Borsczczow gefolgert werden müssen, der aus dem neutral reagirenden noch zuckend herausgenommenen und verarbeiteten Herzmuskel eines Rindes eine nicht unbedeutende Menge Milchsäure darstellte. Allein wenn wir auch den Resultaten Borsczczow's mehr Vertrauen zu schenken, wie den negativen Folwarczny's, kein Bedenken tragen, so ist doch dadurch das Moment, welches das Freiwerden der Säure bedingt, nicht weniger räthselhaft. Heynsius und Funke haben diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen gesucht, dass sie annehmen, die neutrale Reaction des ruhenden Muskels könne darin ihren Grund haben, dass die in geringerer Menge gebildete Säure durch die alkalische Ernährungsflüssigkeit neutralisirt werde, während bei gesteigerter Säurebildung durch Muskelarbeit, die letztere dazu nicht ausreichen würde.

Auch könnte die nach dem Tode zum Vorschein kommende freie Säure dadurch wahrnehmbar werden, weil sie nun nicht mehr weggespült und auch nicht mehr neutralisirt werde, wenn das in der Umgebung befindliche Alkali erschöpft sei. Die Aufklärung dieser Verhältnisse bleibt der Zukunft vorbehalten. Bemerkenswerth ist es, dass nach den Versuchen von J. Ranke der Muskel nach seiner Entfernung aus dem Blutkreislauf ein unveränderliches Säurebildungsmaximum besitzt, welches mit der Leistungsfähigkeit des Muskels wächst, beim tetanisirten Muskel aber geringer ist, wie beim geruhten. Als pathologische Erscheinung ist das Auftreten freier Milchsäure im Schweisse, im Speichel, in osteomalacischen Knochen aufzufassen und wahrscheinlich ist auch im Harne rhachitischer Kinder freie Milchsäure enthalten. Die sich im Harn bei der sauren

Harngährung bildende Milchsäure endlich ist ebenfalls freie Milchsäure. Dagegen ist die Milchsäure, wie sie im Blute und seinen Transsudaten vorkommt, an Alkalien gebunden, desgleichen in der Allantoisflüssigkeit, während sie im Harn der Pferde als milchsaurer Kalk auftritt. Ueber die Zustände der Milchsäure in den Drüsensäften fehlen entscheidende Erfahrungen, doch kommt sie wahrscheinlich auch hier in der Form milchsaurer Salze vor; in der Milz soll sie nach Scherer an Eisenoxyd gebunden sein. Ueberall aber, wo Milchsäure frei oder gebunden im Körper vorkommt, ist sie in einfacher Lösung vorhanden.

Abstammung.

Abstammung. Die Abstammung der Milchsäure ist jedenfalls eine doppelte; die in den ersten Wegen auftretende muss als ein Zersetzungsproduct der durch die Nahrung in den Körper gelangenden Kohlehydrate angesehen werden; in der That weiss man, dass die im Darme gegebenen Bedingungen ähnliche sind, wie diejenigen, unter welchen wir Kohlehydrate ausserhalb des Organismus in Milchsäure verwandeln können. Die im Muskelsafte und den parenchymatösen Flüssigkeiten der Drüsen vorkommende Milchsäure ist als Product der regressiven Stoffmetamorphose aufzufassen. So sicher dies aus allen bekannten Bedingungen ihres Vorkommens erschlossen ist, so sind wir doch gegenwärtig ausser Stande, ihren Platz in der Reihe der der regressiven Stoffmetamorphose angehörenden Körper genau zu bestimmen, ja wir sind nicht einmal immer in der Lage, unter den verschiedenen bezüglich ihrer möglichen Abstammung sich darbietenden Conjuncturen einer besonders den Vorzug zu geben. Sehen wir uns nach den Bildungsweisen der Milchsäure ausserhalb des Organismus um, so erfahren wir, dass sie, abgesehen von ihrer Bildung aus Milchzucker, auch aus den anderen Zuckerarten, namentlich aus Inosit, dass sie ferner durch Oxydation des Alanins: der Amidopropionsäure, erhalten werden kann; da nun nach den schönen Untersuchungen von Kolbe Milchsäure in Alanin wieder zurück verwandelt werden kann und es auch gelingt, direct Milchsäure in Propionsäure zu verwandeln und umgekehrt, so ist damit die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen der Bildung der flüchtigen Fettsäuren und jener der Milchsäure im Organismus genügend angedeutet. Dagegen vermag die Chemie für einen directen Uebergang der stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile in Milchsäure durch Abspaltung keine Stütze beizubringen, es müsste denn die Thatsache als eine solche angesehen werden, dass alle Untersuchungen über die Zersetzungsproducte der Albuminate zu der Annahme geführt haben, dass in diesen Körpern eine stickstofffreie und nach den erhaltenen Zersetzungsproducten zur Gruppe der Kohlehydrate zählende Atomgruppe enthalten sein müsse, die demnach allerdings unter geeigneten Bedingungen auch Milchsäure liefern könnte. Allein aus Albuminaten wirklich Milchsäure zu erhalten, ist bisher nicht gelungen. Die Milchsäure des Muskels von dem Muskelzucker abzuleiten und zwar durch eine Art Gährung oder Spaltung, ist wohl die am Nächsten liegende Annahme,

allein bewiesen ist sie nicht; ja darin, dass bei der Muskelarbeit Milchsäure und Zucker im Muskelsafte sich vermehren, könnte man sogar eine Widerlegung dieser Hypothese sehen, denn was wäre natürlicher als dann anzunehmen, dass die Vermehrung der Milchsäure eine Verminderung ihrer Muttersubstanz: des Zuckers zur Folge haben müsse. J. Ranke hat den Versuch gemacht, diesen Widerspruch als einen nur scheinbaren zu erklären, indem er darauf hinweist, dass Milchsäure, wenn ihre Menge eine gewisse Grenze überschreitet, die Wirkung der Gährungserreger (bei der Milchsäuregährung des Caseins) aufhebt. Nimmt man nun an, dass die Milchsäure des Muskels auf die darin als Gährungserreger supponirten Albuminate dieselbe Wirkung ausübe, wenn ihre Bildung bei der Muskelcontraction sich über ein gewisses Maass steigert und nimmt man fernerhin an, dass dabei die Abspaltung des Zuckers aus den Albuminaten noch eine Weile ungestört fortgeht, während die weitere Umsetzung des Zuckers durch die überschüssige Milchsäure verhindert wird, so erklärt sich eine Vermehrung des Zuckers unter diesen Umständen allerdings. Wir halten diesen Erklärungsversuch deshalb im Augenblicke nicht verwendbar, weil wir die Vermehrung des Zuckers im Tetanus nicht für vollgültig bewiesen halten. Die angewandte Methode der Zuckerbestimmung bot bei so ausserordentlich geringen Zuckermengen, wie sie in dem Untersuchungsobject vorhanden waren, keine genügende Garantie der Richtigkeit der erlangten Resultate.

Verwandlungen im Organismus u. Austritt.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Unter normalen Bedingungen des Organismus findet sich in den Excreten selten Milchsäure, woraus folgt, dass sie vor ihrem Austritt noch weitere Veränderungen erleiden müsse. Welcher Art diese Veränderungen sind, ist einerseits aus ihrem Verhalten im Blute und anderseits aus ihrem pathologischen Auftreten in den Excreten ohne Schwierigkeit zu errathen. Milchsaure Salze werden im kreisenden Blute, wie mehrfache Versuche gezeigt haben, ausserordentlich rasch in kohlensaure verwandelt. Schon 13 Minuten nach dem Genusse einer halben Unze milchsauren Natrons fand Lehmann seinen Harn alkalisch, indem das milchsaure Salz in kohlensaures verwandelt im Harne auftrat und dass diese Umwandlung nicht etwa schon in den ersten Wegen erfolge, lehrten denselben Chemiker Versuche an Hunden, denen er verschiedene Mengen milchsauren Natrons in die Jugularis injicirte; nach 5, spätestens 12 Minuten war der Harn ebenfalls alkalisch. Wir sehen dagegen die Milchsäure im Harn vorzugsweise bei Gesundheitsstörungen auftreten, welche auf eine gehinderte Thätigkeit des Sauerstoffs im Organismus zurückzuführen sind, wir finden sie im Harn bei Thieren, die bei stärkmehlreicher Nahrung und stetem Aufenthalte im Stalle der Bewegung ermangeln, während man unter anderen Verhältnissen diese Säure in ihrem Harn nicht zu entdecken vermag. Sehr bezeichnend ist ferner die von Lehmann ermittelte Thatsache, dass im menschlichen Harn die Milchsäure meist von erheb-

lichen Mengen oxalsauren Kalks begleitet ist, einem Körper, dessen Vermehrung im Harn, wie wir alsbald hören werden, ebenfalls auf eine Hemmungsbildung zurückzuführen ist. Es wird demnach unter normalen Bedingungen die im Körper erzeugte Milchsäure zu Kohlensäure und Wasser, also zu den Endproducten der Verbrennung oxydirt, während sie dann als solche durch den Harn etc. den Körper verlässt, wenn die Bedingungen ihrer vollständigen Oxydation im Körper fehlen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Insofern die Milchsäure als Product der regressiven Stoffmetamorphose aufgefasst werden muss, ist ihre physiologische Bedeutung schon durch diese Bezeichnung zum Theil erläutert, allein sie scheint damit keineswegs erschöpft zu sein, denn es sprechen mehrfache Gründe dafür, dass sie auch für gewisse Functionen des Körpers ein mehr oder minder wesentlicher Factor ist. Vor Allem muss man hier an ihr Vorkommen im Magensafte denken. Es ist in der That durch directe Versuche dargethan, dass Milchsäure und Salzsäure bei künstlichen Verdauungsexperimenten durch keine andere mineralische oder organische Säure ersetzt werden können und es kann demnach nicht bezweifelt werden, dass, wenn sie im Magensaft auftritt, sie einen erheblichen Einfluss auf die Verdauung ausüben muss. Ausserdem wäre es wohl möglich, dass die in den ersten Wegen enthaltene Milchsäure die Resorption der verdauten Nahrungsmittel in das alkalische Blut beschleunigte. Auch die im Muskelsafte vorkommende Milchsäure könnte möglicherweise noch bestimmte Functionen haben, die sich auf die Thätigkeit des Muskels beziehen.

Literatur: Lehmann: Lehrb. d. phys. Chemie. 2te Aufl. Bd. I. u. II. — Berzelius: Lehrb. d. Chemie. 4te Aufl. Bd. IX, 573. — Bérnard et Barreswil: Journ. de Pharm. et de Chim. 1845. Janvier, 49. — Pelouze: Compt. rend. XIX, p. 1227. — Heintz: Jenaische Annalen. 1849, 222. — Lehmann: Journ. f. prakt. Chem. XXV, 1. XXVII, 257. — Derselbe: Ber. d. k. s. Gesells. d. Wiss. z. Leipzig. I, 100. — C. Schmidt: Annal. d. Chem. u. Pharm. LXI, 302. — J. Scherer: Verh. d. phys. med Gesells. z. Würzb. II, 321. VII, 123. — v. Bibra: Vergl. Unters. über das Gehirn. 1854, S. 63. — v. Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCVIII, 33. — W. Müller: Ebendas. CIII, 152. — Dubois-Reymond: De fibrae muscular. reactione ut chemicis visa est acida. Berol. 1859. Monatsber. d. Berl. Akad. 1859, 288. — J. v. Liebig: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXI, 357. — Dubois-Reymond: Arch. f. Anat. u. Phys. 1859. 846. — Kühne: Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, 564. 748. — Heynsius: Nederl. Tijdschr. vor Geneesk. 1860. — O. Funke: Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, 835. — M. Schultze: Zur Kenntniss der elektr. Organe d. Fische. Halle 1859. — E. Harless: Sitzbr. d. Münch. Akad. 1860, 93. — Borsczczow: Würzb. naturwiss. Zeitschr. II, 65. — Folwarczny: Wochenbl. d. Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien. 1862. Nr. 4. — J. Ranke: Tetanus. Eine phys. Studie. 1865, S. 142.

Bernsteinsäure: $C_8 H_6 O_8$.

Bernsteinsäure.

Die reine Bernsteinsäure krystallisirt aus wässeriger Lösung in blendendweissen, glänzenden rhombischen Prismen und rhomboedrischen Tafeln, welche dem

zwei- und eingliederigen Systeme angehören; zuweilen sind die scharfen Grundkanten des Prismas abgestumpft, wodurch dann die platten Prismen sich als irreguläre sechsseitige Tafeln zeigen (Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 5). Bisweilen bildet sie auch nur lose und zusammengewachsene unausgebildete Krystalle.

Die Bernsteinsäure ist geruchlos, löst sich ziemlich leicht in Wasser, schwierig in kaltem aber leicht in heissem Alkohol, nur sehr wenig aber in Aether. Sie besitzt einen eigenen, schwach säuerlichen Geschmack.

Bei 175 bis 180° C. schmilzt sie und wird sie nun rasch weiter erhitzt, so sublimirt sie unzersetzt und wenn sie rein war, ohne Rückstand. Ihre Dämpfe erregen Kratzen im Schlunde.

Die Bernsteinsäure ist eine der beständigsten organischen Säuren und wiedersteht selbst der Einwirkung des Chlors und der Salpetersäure. Wird sie jedoch mit einem Ueberschuss von Kalihydrat erhitzt, so bildet sich Oxalsäure unter Entwickelung brennbarer Gase.

Die bernsteinsauren Salze werden, mit Ausnahme des bernsteinsauren Ammoniaks, beim Glühen zersetzt; die mit alkalischer oder alkalisch-erdiger Basis gehen dabei in kohlensaure Verbindungen über. Von den bernsteinsauren Salzen sind die meisten in Wasser löslich, nur mit den Metalloxyden, welche schwache Basen sind, geht die Bernsteinsäure schwer- oder unlösliche Verbindungen ein.

Eisenchlorid bewirkt in einer Auflösung der Bernsteinsäure einen bräunlich blassrothen Niederschlag von bernsteinsaurem Eisenoxyd. Soll die Fällung vollständig sein, so muss die freie Säure mit Ammoniak neutralisirt werden. Das bernsteinsaure Eisenoxyd löst sich leicht in Säuren, von Ammoniak wird es zersetzt, indem sich Eisenoxyd abscheidet und die Bernsteinsäure als bernsteinsaures Ammoniak gelöst wird.

Bleizucker erzeugt mit Bernsteinsäure einen weissen, in überschüssiger Bernsteinsäure, in Bleizuckerlösung und in Essigsäure löslichen Niederschlag von bernsteinsaurem Bleioxyd.

Auch Quecksilber- und Silbersalze schlagen die Bernsteinsäure nieder.

Versetzt man eine Mischung von Weingeist, Ammoniak und Chlorbaryumlösung mit freier oder gebundener Bernsteinsäure, so entsteht ein weisser Niederschlag von bernsteinsaurem Baryt.

Die bernsteinsauren Alkalien sind in Weingeist unlöslich.

Vorkommen.

Vorkommen. Die Bernsteinsäure wurde bisher im Thierorganismus nachgewiesen: im menschlichen und im Hundeharn wie es scheint constant, aber in grösster Menge bei Fleisch- und Fettnahrung, in geringster bei vegetabilischer Kost, im menschlichen Harn ausserdem nach Genuss grösserer Mengen äpfelsauren Kalks und nach dem Genuss von Spargeln, im Harn und im Blute der Pflanzenfresser, im Kaninchenharn namentlich nach äpfelsäurereicher Nahrung (Mohrrübenfütterung) und nach Zusatz von äpfelsaurem Kalk zu Heu und Kleienfutter, im menschlichen Speichel und Schweiss nach Einverleibung von Benzoësäure, in den parenchymatösen Säften der Milz, der Thyreoidea und der Thymusdrüse des Rindes, in dem Inhalte von Echinococcusbälgen der Leber des Menschen und der Schafe und in der Hydroceleflüssigkeit.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Ueber die Zustände der Bernsteinsäure in den Drüsen u. s. w. wissen wir nichts Bestimmtes. Im Harn ist sie an Alkalien gebunden und zwar im menschlichen und Hundeharn an Natron, im Kaninchenharn an Kali.

Abstammung.

Abstammung. Insofern die Bernsteinsäure dem Organismus nicht von aussen durch die Nahrung zugeführt wird, muss sie in selbem erst erzeugt werden. Wir müssen sie im Allgemeinen und dafür spricht auch ihre chemische Natur, als eines der Producte der regressiven Stoffmetamorphose ansehen, hervorgegangen aus dem Umsatz von Gewebsbestandtheilen und den Endproducten schon sehr nahe stehend. Aus der Stellung der Bernsteinsäure im System ergiebt sich, dass sie zu einer homologen Reihe zweiatomiger Säuren gehört, als deren kohlenstoffreichere Glieder mehrere Säuren erscheinen, die man bei der Oxydation der Fette durch energische Oxydationsmittel erhält (Pimelin-, Suberyl-, Sebacylsäure u. a. m.). Man weiss, dass diese Säuren in einer genetischen Beziehung zu den flüchtigen Fettsäuren der Formel $(CH)_n O_4$ stehen, man weiss namentlich, dass Buttersäure, das der Bernsteinsäure entsprechende Glied, durch Oxydation in Bernsteinsäure verwandelt werden kann. Ebenso ist es bekannt, dass auch Wachs und Wallrath und Fett bei der Oxydation mit Salpetersäure Bernsteinsäure liefern, dass endlich diese Säure bei den Umsetzungen des Zuckers durch Gährungsvorgänge als Nebenproduct auftritt. Die Beobachtung Meissner's, dass die Bernsteinsäure im Hundeharn bei fettreicher animalischer Nahrung sich auffallend vermehrt und ihre Ausscheidung durch den Harn zu dem Fettreichthum der Nahrung und des Thieres selbst in einer bestimmten Beziehung steht, sowie das reichliche Auftreten der Bernsteinsäure im menschlichen Harn nach reichlichem Buttergenuss (Koch) zeigen auf das Unzweideutigste, dass diese Säure, so wie sie ausserhalb des Organismus aus Fetten durch energisch oxydirende Agentien entsteht, auch innerhalb desselben auf analoge Weise gebildet werden kann. Bernsteinsäure können wir ausserdem künstlich durch Reduction des Asparagins, der Aepfelsäure, der Weinsäure und anderer organischer stickstofffreier Säuren erhalten. So wenig wahrscheinlich von vornherein eine analoge Bildung im Organismus erschien, so haben doch Meissner und Koch für eine solche Beweise beigebracht, indem sie im Kaninchenharn nach äpfelsäurereichem Futter und im menschlichen Harn nach dem Genuss von äpfelsaurem Kalk und von Spargeln (Asparagin) im Harn Bernsteinsäure nachwiesen; wobei jedoch zu bemerken ist, dass bei Aepfelsäuregenuss die Menge der im Harn ausgeschiedenen Bernsteinsäure im Verhältniss zur genossenen Aepfelsäure nur gering war, vermuthlich weil der grösste Theil des äpfelsauren Kalks im Blute verbrannt wurde. Meissner ist der Meinung, dass die Umwandlung eines Theiles der Aepfelsäure in Bernsteinsäure schon in den ersten Wegen erfolge, da er fand, dass ebensowohl äpfelsaurer Kalk als Asparagin bei Digestion mit künstlichem Magensaft in der Brütwärme reichlich Bernsteinsäure liefert. Auch Pepsin ohne Säure bewirkt diese Umwandlung, welche durch die gleichzeitige Verdauung von Albumin beschleunigt wird. Das Auftreten von Bernsteinsäure im menschlichen Harn war von einer bedeutenden Zunahme der Harnsäure auf Kosten des Harnstoffs begleitet.

Verwandlungen im Organismus und Austritt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Bernsteinsäure, sofern sie nicht als solche mit dem Harn den Körper verlässt, im Blut zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird. Die Erfahrungen von Wöhler, Buchheim und Piotrowsky, W. Kühne und Hallwachs führen zu der Annahme, dass von Aussen eingeführte Bernsteinsäure im Harn in der Regel nicht wieder erscheint, also früher schon umgesetzt wird. Aber auch die Meissner'schen Beobachtungen widersprechen dem in sofern nicht, als sie lehren, dass nur bei sehr reichlicher Bernsteinsäurebildung im Organismus dieselbe im Harn erscheint. Die Angabe von Meissner und Shepard, dass Benzoësäure im Blute zu Bernsteinsäure oxydirt werden könne und dass die Benzoësäure auch ausserhalb des Organismus bei der Behandlung mit Bleisuperoxyd und Schwefelsäure Bernsteinsäure liefere, bedürfte wohl noch einer näheren Prüfung.

Verwandlungen im Organismus u. Austritt.

Physiologische Bedeutung. Es fehlt an allen Anhaltspunkten, um der Bernsteinsäure eine andere physiologische Bedeutung als die eines Productes der regressiven Stoffmetamorphose zuzuerkennen.

Physiologische Bedeutung.

Literatur: Heintz: Poggend. Annal. LXXX, 114. — Bödeker: Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII, 137. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCVIII, 28. — W. Müller: Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII, 130. — G. Meissner: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. XXIV, 97. — Koch: Ebendas. 264. Buchheim u. Piotrowsky: Arch. f. phys. Heilk. N. F. Bd. I, 124. — W. Kühne: Arch. f. path. Anat. XII, 396. — Hallwachs: Annal. d. Chem. u. Pharm. CVI, 160. — Naunyn: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, 420. — G. Meissner u. Shepard: Untersuch. üb. d. Entstehen d. Hippursäure etc. Hannover 1866.

Oxalsäure: $C_4 H_2 O_8$.

Die Oxalsäure stellt farblose, durchsichtige, schiefe rhombische Säulen dar, die 4 Aeq. Krystallwasser enthalten und an der Luft unter Verlust desselben zu einem weissen Pulver zerfallen. Schmeckt stark sauer, löst sich in Wasser und Alkohol, sublimirt beim Erhitzen auf 150° bis 160° C. zum Theil unzersetzt, verwandelt sich aber bei raschem und stärkerem Erhitzen in Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasser, wobei gleichzeitig etwas Ameisensäure gebildet wird. Concentrirte Schwefelsäure zerlegt sie in gleicher Weise, durch oxydirende Agentien wird sie in Kohlensäure verwandelt.

Oxalsäure.

Die oxalsauren Salze werden sämmtlich beim Glühen zersetzt, indem die Säure in Kohlenoxyd und Kohlensäure zerfällt. Die mit alkalischer und alkalischerdiger Basis verwandeln sich dabei ohne Abscheidung von Kohle in kohlensaure Salze. Die oxalsauren Salze der Alkalien sind in Wasser löslich, in Weingeist sind aber alle oxalsauren Salze unlöslich.

Ihre Auflösungen werden durch salpetersaures Silberoxyd, Chlorbaryum und Kalkwasser sowie überhaupt durch alle löslichen Kalksalze gefällt. Der weisse, feinpulverige Niederschlag von oxalsaurem Kalk ist in Mineralsäuren löslich, aber in Essigsäure unlöslich. In Wasser ist er so gut wie unlöslich, ebenso in Alkalien. Kocht man oxalsauren Kalk mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron und filtrirt, so ist im Filtrat oxalsaures Natron, im Rückstande aber kohlensaurer Kalk enthalten.

In physiologischer Beziehung ist der oxalsaure Kalk deshalb besonders

wichtig, weil dieses Salz die einzige Form ist, in welcher die Oxalsäure bisher im Thierkörper aufgefunden wurde.

Oxalsaurer Kalk.

Oxalsaurer Kalk. Künstlich dargestellter oxalsaurer Kalk, wie er durch Vermischen eines löslichen oxalsauren Salzes mit Kalksalzen erhalten wird, erscheint unter dem Mikroskope in vollkommen amorphen knolligen Massen; als Bestandtheil von Harnsedimenten jedoch und wo er überhaupt in thierischen Substanzen vorzukommen pflegt, zeigt er so charakteristische Krystallbildungen, dass er mit Leichtigkeit durch seine Krystallform allein schon zu erkennen ist.

Er erscheint nämlich in Form kleiner, zierlicher, glänzender, vollkommen durchsichtiger, das Licht stark brechender, scharfkantiger Quadratoctaëder, die mit Briefconverten Aehnlichkeit zeigen (Funke's Atl. 2te Aufl. Taf. II. Fig. 1. u. Taf. XVII, Fig. 2; Robin u. Verdeil: Atl. Pl. VI. Fig. 2 u. 3); der Neigungswinkel dieses Octaëders in den Polflächen beträgt 119° 34′; seltener in Gestalt spitzerer Octaëder von 46°. Diese Krystalle sind unlöslich in kaltem und warmem Wasser, in erwärmtem Urin, in Essigsäure und Ammoniak; löslich dagegen in stärkeren Mineralsäuren. Zum Glühen erhitzt, verwandeln sie sich ohne Schwärzung in kohlensauren Kalk.

Vorkommen.

Vorkommen. Oxalsaurer Kalk wurde im Thierkörper bisher nachgewiesen: im Harn und zwar im normalen und pathologischen, vorzugsweise reichlicher nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, besonders nach dem Genusse von Sauerampfer, moussirender Weine und kohlensäurereicher Biere, sowie nach dem innerlichen Gebrauche doppelt kohlensaurer Alkalien, ferner in Harnsedimenten, in Blasen- und Nierensteinen (eine eigene Classe derselben: die sogenannten Maulbeersteine bildend), in den festen Excrementen nach dem Genusse oxalsäurehaltiger Nahrungsmittel, in menschlichen Darmconcrementen, in den Excrementen der Raupen und der Gallengänge dieser Thiere, in der Schilddrüse, in einem Cysteninhalte aus dem bulbus olfactarius eines Pferdes, im Schleim der Gallenblase und auf der Schleimhaut des schwangeren Uterus. Auch will man Oxalsäure im Blute durch Alkohol narkotisirter Hunde nach Ablauf des Rausches gefunden haben.

Zustände im Organismus.

Zustände im Organismus. Da, wie bereits oben erwähnt wurde, die Oxalsäure stets nur in Form ihres Kalksalzes im Organismus vorzukommen scheint, der oxalsaure Kalk aber nicht allein in Wasser, sondern auch in Essigsäure und in Alkalien so gut wie unlöslich ist, er sich auch nicht im Harn in der Wärme löst, so sollte man denken, es könne von einem Gelöstsein dieses Salzes im Körper überhaupt nicht die Rede sein und doch ist es zur Genüge constatirt, dass der oxalsaure Kalk im Harn ebensowohl der Pflanzenfresser als des Menschen gelöst sein kann, denn nicht selten setzt er sich aus dem vollkommen klar gelassenen Harn erst einige Stunden nach seiner Entleerung in Krystallen ab und meist erfolgt seine Ausscheidung mit Harnsäure-Sedimenten, die ja bekanntlich auch erst nach einiger Zeit im erkalteten Harn sich bilden. Es ist klar, dass seine Auflösung durch irgend einen Bestandtheil des Harns vermittelt sein muss. Neubauer hat nachgewiesen, dass der oxalsaure Kalk in Phosphorsäure, namentlich beim Erwärmen, in erheblicher Menge löslich ist, sowie dass eine Lösung von harnsaurem und phosphorsaurem Natron eben-

falls oxalsauren Kalk auflöst und es dürfte durch diese Beobachtung eine genügende Erklärung für das Gelöstsein des oxalsauren Kalks im Harn gegeben sein. Da, wo der oxalsaure Kalk einmal ausgeschieden ist, zeigt er die oben beschriebenen charakteristischen Krystallformen. In Harnsteinen bildet er entweder für sich den Hauptbestandtheil derselben (Maulbeersteine), oder Schichten um einen gewöhnlich aus Harnsäure bestehenden Kern, oder auch wohl mit dieser letzteren alternirende Schichten, oder endlich bildet er den Kern solcher Steine; auch der sogenannte Harn- und Nierengries besteht nicht selten aus oxalsaurem Kalk; in diesem Falle hat er gewöhnlich ein glänzend krystallinisches Aussehen und lässt unter dem Mikroskop die charakteristischen Quadratoctaëder des oxalsauren Kalks erkennen, häufig sind dieselben aber, namentlich an der Oberfläche der Concretionen, abgeplattet. Die gewöhnlichsten Begleiter des oxalsauren Kalks in den Nieren- und Blasenconcretionen sind Harnsäure, harnsaure Salze, phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk.

Abstammung.

Abstammung. Bei der Verbreitung des oxalsauren Kalks im Pflanzenreiche kann die Möglichkeit, dass der im Körper auftretende oxalsaure Kalk wenigstens zum Theil von der Nahrung stamme, keineswegs geläugnet werden. Denn Wöhler, sowie Buchheim und Piotrowsky haben gezeigt, dass grössere Mengen von Oxalsäure, dem Organismus einverleibt, im Harn als oxalsaurer Kalk wieder erscheinen. Zu demselben Schlusse drängt die Erfahrung, dass der Genuss von Sauerampfer die Menge des oxalsauren Kalks im Harn vermehrt und der sehr gewöhnliche Gehalt des Harns pflanzenfressender Thiere an oxalsaurem Kalk. Dagegen aber findet sich oxalsaurer Kalk im Organismus auch unter Bedingungen, die eine Abstammung von aussen ausschliessen. So ist es durch die genauen Versuche von Wöhler und Frerichs erwiesen, dass nach der Einverleibung von Harnsäure, harnsauren Salzen und von Bittermandelöl in die ersten Wege oder ins Blut, der Harn eine erhebliche Vermehrung des oxalsauren Kalks zeigen kann. Ebenso lässt die Abwesenheit des oxalsauren Kalks im Harn unter gewissen Umständen, sowie seine Gegenwart unter anderen, ohne dass in der Nahrung etwas geändert wird, nicht daran zweifeln, dass ein Theil der Oxalsäure im Körper selbst erst erzeugt wird. Es bedarf keiner besonderen Erörterung, dass sie dann als eines der Endproducte der regressiven Stoffmetamorphose auftritt. Wenn man zunächst nur den Umstand ins Auge fasst, dass die Oxalsäure ein allgemeines Oxydationsproduct organischer Körper ist, so könnte man sich die Erledigung der Frage, aus welchen Körperbestandtheilen und aus welchen Derivaten derselben zunächst und unmittelbar Oxalsäure gebildet werde, schwieriger vorstellen, als sie es in der That ist; wenn man dagegen nur diejenigen Bildungsweisen dieser Säure in ernstliche Erwägung zieht, die im Organismus denkbar oder wahrscheinlich erscheinen, so zieht sich der Kreis der Möglichkeiten, innerhalb dessen Conjecturen irgendwie berechtigt erscheinen, um ein bedeutendes Maass zusammen, es wird dann geradezu wahrscheinlich, dass die Bildung der Oxalsäure im

Organismus mit jener der Harnsäure in genetischem Zusammenhange steht. Wir haben bereits weiter oben bei Gelegenheit der Harnsäure erörtert, dass wir uns die Spaltung der Harnsäure im Thierkörper in ähnlicher Weise erfolgend denken können, wie durch Superoxyde und durch Ozon: in Harnstoff, Oxalsäure und Allantoin; letztere beiden mögen aber unter normalen Bedingungen ebenfalls weiter zerlegt werden, wie das auch die Versuche von Zabelin darthun, welcher nach Zusatz von Harnsäure zum Futter eines Hundes Harnstoffvermehrung beobachtete, aber weder Allantoin noch Oxalsäure nachzuweisen vermochte; aber man kann sich recht wohl denken, dass es Umstände geben mag, wo eine vollständige Verbrennung der Harnsäure nicht stattfindet. Dass zwischen Harnsäure und Oxalsäure ein genetischer Zusammenhang im Thierkörper besteht, wird ausserdem durch die Verhältnisse des Vorkommens beider Körper wahrscheinlich; im Harn, in den Harnsteinen, den Nierenconcrementen ist der oxalsaure Kalk meist von Harnsäure begleitet. Die physiologischen Bedingungen, unter welchen oxalsaurer Kalk in erheblicherer Menge im Harn auftritt, lassen diesen Zusammenhang ebensowenig verkennen; es sind nämlich die gewöhnlichsten derartigen Bedingungen mannigfache Störungen des Stoffwechsels und der Respiration; sowie unter diesen Bedingungen eine Vermehrung der Harnsäure darin ihre Erklärung findet, dass eben ein Theil der Harnsäure nicht die normale Umsetzung erleidet, so könnte auch die Oxalsäure, die durch die Umsetzung eines anderen Theils derselben erzeugt wäre, unter denselben Bedingungen nicht weiter oxydirt werden. Auch die von Wöhler und Frerichs beobachtete Thatsache, dass nach Injection von harnsauren Salzen in die Venen von Thieren neben oxalsaurem Kalk auch eine Vermehrung von Harnstoff im Harn eintritt, steht mit der Auffassung, dass die Oxalsäure ein Nebenproduct der Bildung des Harnstoffs aus Harnsäure sei, im Einklange, während die Vermehrung des oxalsauren Kalks im Harn nach Ueberladung des Blutes mit Kohlensäure sich ohne Schwierigkeit auf eine dadurch beeinträchtigte Oxydation der gebildeten Oxalsäure zurückführen lässt.

Eine Deutung der Abstammung desjenigen oxalsauren Kalks, der im Gallenblasenschleim und auf der Schleimhaut des schwangeren Uterus beobachtet wurde, ist gegenwärtig nicht möglich.

Was das Auftreten von Oxalsäure im Harn nach dem Genusse von Pflanzensäuren anbetrifft, so ist es klar, dass hier eine Verwandlung derselben in Oxalsäure angenommen werden muss. Was namentlich einen von H. Müller und Kölliker beobachteten Fall betrifft, die im Harn eines Mädchens, welches Citronensaft als Heilmittel gebrauchte, einen reichlichen Gehalt von Oxalsäure fanden, so giebt den Schlüssel zur Erklärung dieser Thatsache die im Verlauf meiner Untersuchungen über die Einwirkung des Ozons auf organische Substanzen constatirte Thatsache, dass unter der Einwirkung dieses Oxydationsmittels die Citronensäure neben Kohlensäure auch Oxalsäure liefert.

Verwandlungen und Austritt.

Verwandlungen und Austritt aus dem Organismus. Das Vorkommen des oxalsauren Kalks im Harn und den Excrementen lehrt, dass die Oxalsäure in der That als solche aus dem Körper austreten kann. Allein, da sie im Harn keineswegs constant auftritt und da ihre Vermehrung darin vielfach auf pathologische Verhältnisse hinweist, so folgt, dass sie auch weiterer Verwandlungen im Organismus fähig ist. Wir müssten bereits Gesagtes wiederholen, wenn wir uns in eine Erörterung der Frage einliessen, welche Producte aus ihrer Umsetzung im Organismus hervorgehen. Ihr chemisches Verhalten lässt keinen Zweifel darüber, dass sie in Kohlensäure übergeführt werden muss, wenn überhaupt die Bedingungen einer Oxydation derselben vorhanden sind.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Sie ist sicherlich keine andere wie die eines Endproductes der regressiven Stoffmetamorphose.

Literatur: C. G. Lehmann: Lehrb. d. phys. Chem. 1853. II, 341; Handwörterb. d. Physiol. II, p. 1. — Wöhler: Zeitschr. f. Physiol. I, 305. — Frerichs u. Wöhler: Annal. d Chem. u. Pharm. LXV, 335. — Buchheim u. Piotrowsky: Arch. f. phys. Heilk. N. F. I, 124. — Piotrowsky: De quorundam acid. organicor. in org. humano mutationibus. Dorpat. 1856. — Beneke: Zur Entwicklungsgesch. d. Oxalurie. Göttingen 1852. — Neubauer: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCIX, 223. — H. Müller u. A. Kölliker: 2ter Ber. über d. physiol. Anat. in Würzb. 1856, 84. — Gorup-Besanez: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXV, 216. — Daake: Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. XXIII, 3.

Anhang.

Substanzen, deren Präexistenz im Organismus zweifelhaft ist, — die nur sehr unvollkommen studirt, — oder die als Gemenge erkannt sind.

Alcapton.

Alcapton — nennt **Bödeker** einen dem Harnzucker in mancher Beziehung ähnlichen Körper, den er im Harn eines Kranken fand. Er beschreibt ihn als einen blassgelben, firnissartigen, amorphen Körper, der beim Erhitzen unter Entwickelung eines urinösen Geruchs mit leuchtender Flamme verbrannte und beim Erhitzen mit Natronkalk viel Ammoniak entwickelte. Er ist in Wasser und Alkohol löslich, reducirt Kupfer- und Silberoxyd stark bei Gegenwart von freiem Alkali, nicht aber Wismuthoxyd. Er scheint endlich nicht gährungsfähig zu sein.

Bödeker: Zeitschr. f. rat. Med. VII, 128.

Chlorrhodinsäure.

Chlorrhodinsäure. Eine von Bödeker im Eiter entdeckte organische Säure. Der getrocknete Eiter wurde mit Aether und Alkohol und mit Wasser gekocht, die wässerige Lösung mit Bleiessig gefällt und der zersetzte Bleiniederschlag mit siedendem absoluten Alkohol ausgezogen. Der Alkoholrückstand enthält die Säure als mikroskopische kugelige Gruppen zarter Nadeln. Die Chlorrhodinsäure ist in Wasser und Alkohol leicht, in Aether unlöslich, nichtflüchtig, schmilzt beim Erhitzen und verbrennt unter Entwickelung des Geruchs der verbrennenden Albuminate. Die wässerige Lösung wird durch Sublimat, salpetersaures Quecksilberoxyd und Zinnchlorür gefällt, ebenso durch Gallustinctur und Jod. Chlorwasser erzeugt eine rosenrothe Färbung.

Bödeker: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. VI. 2. Heft.

Chondroglykose.

Chondroglykose. Knorpelzucker. Durch Kochen von Chondrin oder chondrigenen Knorpeln mit Salzsäure oder durch künstliche Verdauung daraus erhaltene Zuckerart von Bödeker entdeckt, von de Bary ebenfalls erhalten. Nicht krystallisirbar, leicht löslich in Alkohol und Wasser, wenig gährungsfähig. Die Lösungen drehen die Polarisationsebene des Lichtes nach links und reduciren Kupfer-, Wismuth- und Silberoxydsalze.

Wurde dargestellt durch Kochen des Chondrins oder der chondrigenen Knorpel mit Salzsäure, Neutralisation der Lösung mit Bleiglätte, Entbleiung des Filtrats durch Schwefelwasserstoff, Fällung anderer Stoffe durch Alkohol und Eindampfen der alkoholischen Lösungen.

Bödeker: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXVII, 111. — de Bary: Phys. chem. Untersuch. über Eiweisskörper u. Leimstoffe. Dissert. Tübingen 1864.

Damalursäure.

Damalursäure. Von Städeler aus dem sauren Destillat des Kuhharns dargestellt, ausserdem aber auch im Menschen- und Pferdeharn nachgewiesen. Oelige Flüssigkeit von valeriansäureähnlichem Geruch, schwerer wie Wasser, und von stark saurer Reaction, mit Basen wohl charakterisirte und meist krystallisirbare Salze bildend.

Formel: $C_{14} H_{12} O_4$.

Städeler. Annal. d. Chem. und Pharm. LXXVII, 17.

Damolsäure und Taurylsäure.

Damolsäure und **Taurylsäure** nennt Städeler zwei von ihm im Kuhharn aufgefundene Säuren, von denen die erste tropfbarflüssig, schwerer als Wasser und wenig löslich in selbem, in dem durch kohlensaures Natron zersetzbaren Antheil des Kuhharndestillats neben der Damalursäure enthalten ist und von dieser durch Krystallisation ihres Barytsalzes, welches zuerst krystallisirt, getrennt wird. Die Taurylsäure findet sich in dem durch kohlensaures Natron nicht zersetzbaren Antheil des Harndestillats; sie ist der Phenylsäure sehr ähnlich und unterscheidet sich von ihr nur durch einen etwas höheren Siedpunkt und

dadurch, dass sie mit concentrirter Schwefelsäure krystallinisch erstarrt. Ihrer Formel nach, $C_{14} H_8 O_2$, wäre sie isomer dem Anisol.

Städeler: a. a. O.

Erythrogen.

Erythrogen — ein Farbstoff, den Bizio aus der Galle eines Icterischen dargestellt haben will. Er soll smaragdgrüne, durchsichtige, biegsame Krystalle bilden und nach faulen Fischen riechen, bei 42° C. schmelzen und krystallinisch erstarren. Bei 50° C. soll er sich in Gestalt purpurfarbiger Dämpfe verflüchtigen. Wasser und Aether sollen das Erythrogen nicht lösen, wohl aber Alkohol und fette Oele. Die salpetersaure Lösung soll sich bei 27° C. entfärben, bei stärkerer Hitze aber unter Sauerstoffentwickelung purpurroth färben. Auch wenn Erythrogen mit Ammoniak erhitzt wird, erzeugt sich diese Purpurfarbe unter Entwickelung von Wasserstoffgas; erhitzt man endlich Erythrogen in Ammoniakgas bis zu jener Temperatur, bei welcher es sich verflüchtigt, so schiesst es unter Stickstoffaufnahme in kleinen purpurfarbenen Strahlen an u. s. w. Alle diese Angaben leiden in so hohem Grade an innerer Unwahrscheinlichkeit und Abentheuerlichkeit, dass sie gar kein Vertrauen beanspruchen können.

Bizio bei Brugnatelli: Giornale di Fisica. T. XV, p. 455; Schweigger's Journ. XXXVII, 110.

Excretolinsäure.

Excretolinsäure — nennt Marcet einen ölartigen Stoff von fäculentem Geruch, welchen er aus dem heissbereiteten Alkoholextract menschlicher Fäces durch Kalkhydrat fällte. Das Kalksalz wurde mit Schwefelsäure zersetzt, die ausgeschiedene Säure mit Aether aufgenommen und mit Wasser gewaschen. Die Excretolinsäure schmilzt bei 25 bis 26° C., riecht beim Erhitzen auf Platin wie Excretin, verbrennt mit heller Flamme vollkommen, ist in Wasser unlöslich, löslich in Aether, wenig in kaltem, leicht in heissem Alkohol. Die Lösung ist von saurer Reaction.

W. Marcet: Philos. Transact. 1854. p. 265 bis 283.

Glycerin-Phosphorsäure.

Glycerin-Phosphorsäure. Diese Säure soll nach den Untersuchungen von Frémy, Gobley u. A. im Gehirn, dem Nervenmark, dem Eidotter und anderen Geweben sich vorfinden, allein für diese Annahme sind keine entscheidenden Beweise beigebracht. Um die Säure aus dem Eidotter zu erhalten, zog Gobley selben mit siedendem Alkohol oder Aether aus, verdunstete die Flüssigkeit, entfernte das aufschwimmende Oel, versetzte die rückständige Flüssigkeit mit etwas Salzsäure und entfernte die von Neuem sich abscheidende Schicht fetter Substanzen durch Aether. Den Rückstand löste er in Wasser und fällte die Lösung durch Bleizucker. Den gewaschenen Niederschlag zersetzte er durch Schwefelwasserstoff und fällte aus der erhaltenen Lösung eine geringe Menge phosphorsauren Kalks durch Sättigen der Säure mit Kalk-

wasser. Aus dieser Lösung wurde durch vorsichtiges Hinzufügen reiner Oxalsäure der Kalk entfernt. Das Filtrat soll reine Glycerin-Phosphorsäure enthalten haben. O. Liebreich hat seither die Glycerinphosphorsäure als ein Zersetzungsproduct des Protagons (Cerebrins) erkannt.

Gobley: Ann. d. Chem. u. Pharm. LX, 275. — Journ. de Chim. et de Pharm. T. IX, p. 1. — O. Liebreich: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXIV, 34.

Gravidin. Kyestëin

Gravidin. Kyestëin. Unter letzterem Namen beschrieb Nauche einen von ihm für eigenthümlich gehaltenen Stoff im Harn Schwangerer, der das in selbem häufig zu beobachtende schillernde Häutchen bilden soll. Nach späteren Beobachtungen besteht aber dieses Häutchen einfach aus Krystallen von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, Vibrionen und Pilzen, während Stark die Bildung dieses Häutchens von einer eiweissartigen Substanz: dem Gravidin, bedingt sein lässt, eine Ansicht, der sich in neuester Zeit im Wesentlichen Braxton Hicks angeschlossen hat.

Nauche: Journ. de Chim. méd. 2 Sér. V, p. 64. — Golding Bird: Guy's Hosp. Rep. April 1840. — Veit: N. Zeitschr. f. Geburtsh. 1851. XXX, 257. — Lehmann: Zoochemie. S. 343. — Stark: Edinb. med. and. surg. Journ. 1842. 156. — Braxton Hicks: Lancet 1859. II, 281.

Hyalin.

Hyalin. Die Substanz der Mutterblasen der Echinococcen von Lücke untersucht, von Hoppe-Seyler benannt. Dem Chitin jedenfalls sehr nahe verwandt, auch in der Zusammensetzung. Aus jüngeren Blasen dargestellt: Kohlenstoff 44,1, Wasserstoff 6,7, Stickstoff 4,5, Sauerstoff 44,7; aus älteren Blasen: Kohlenstoff 45,3, Wasserstoff 6,5, Stickstoff 5,2, Sauerstoff 43,0. Opalisirend durchsichtig, unlöslich bei gewöhnlichem Druck in Wasser und Alkohol, löslich in Wasser bei 150°. Ziemlich schwierig löslich in Alkalien und verdünnten Mineralsäuren, unlöslich in Essigsäure. Die wässerige Lösung wird durch Alkohol, neutr. und bas. essigsaures Blei und durch salpetersaures Quecksilberoxyd gefällt.

Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert das Hyalin rechtsdrehenden gährungsfähigen Zucker und nicht näher studirte stickstoffhaltige Spaltungsproducte.

A. Lücke: Arch. f. path. Anat. XIX, 189.

Lecithin

Lecithin. Ein nach den Untersuchungen von Gobley im Blute, im Eigelb (von Hühnern), im Gehirn und im Rogen und der Milch der Karpfen vorkommender Körper. Er erhielt denselben, indem er den in Aether löslichen Theil dieser Thiersubstanzen mit Alkohol auskochte. worin sich das Lecithin löste. Die alkoholische Lösung wurde verdunstet und mit heissem Mandelöl behandelt, welches nur das Cholesterin löste, während das Lecithin im Rückstand blieb. Er filtrirte noch heiss und behandelte den Rückstand auf dem Filter mit Alkohol, der das Lecithin auszog, gleichzeitig aber etwas Cerebrinsäure aufnahm. Das Lecithin soll

eine visköse an und für sich vollkommen neutrale Substanz sein, die sich an der Luft nicht verändert, aber durch Einwirkung von Salzsäure in Oelsäure, Palmitinsäure und Glycerinphosphorsäure zerlegt wird. Jedenfalls ist es ein noch gar nicht charakterisirtes Gemenge.

Gobley: Compt. rend. XXI, 766. Journ. de Phys. et de Chim. 3 Sér. XI, 409. XII, 513. Journ. de Chim. méd. VI, 67. Journ. de Pharm. et de Chim. T. XXI, 250.

Myelin.

Myelin, Markstoff. Eine von Virchow in verschiedenen normalen und pathologisch veränderten Geweben aufgefundene Substanz, die er für identisch mit dem Nervenmarke hielt. Sie fand sich in den Nerven, in dem kochend bereiteten wässerigen Auszug der Milz, in der Schilddrüse, im Dotter des Hühnereies, im Hoden des Stiers und in Sperma, das in Glaubersalzlösung gelegen war, im Eiter, in kranken Lungen, in dem mit Alkohol gekochten Eierstock des Kalbes, in der Galle neben Cholesterinausscheidungen, in der klaren schleimigen Flüssigkeit einer Lebercyste und endlich ist das Myelin nach der Meinung Virchow's auch identisch mit dem von H. Meckel beschriebenen Speckstoff aus wachsartig degenerirten Drüsen. Das Myelin ist zähflüssig, nimmt Formen an, die aufs Täuschendste Nervenröhren und ähnlichen Gebilden gleichen, sowie auch insbesondere dem aus den Nervenscheiden ausgetretenen Inhalte derselben; in heissem Alkohol ist es leicht löslich, scheidet sich aber daraus beim Erkalten aus, in Wasser quillt es wie Stärkmehl auf und nimmt dabei die erwähnten Formen an, schrumpft aber auf Zusatz concentrirter Salzlösungen wieder ein. Aether, Chloroform, Terpentinöl lösen das Myelin mit Leichtigkeit, schwache Säuren und Alkalien zeigen geringe Einwirkung, starke Alkalien machen die Substanz etwas einschrumpfen, starke concentrirte Säuren machen sie noch mehr aufquellen und zerstören sie endlich, durch Chromsäure wird die Substanz gelb, hart und starr, concentrirte Schwefelsäure färbt sie roth, zuweilen violett. Nach der Meinung von Liebreich ist es ein Gemenge verschiedener Körper, deren eigenthümliche Formen sich beliebig aus der Mischung der Zersetzungsproducte des Protagons mit diesem selbst erzeugen lassen. Es sei wahrscheinlich, dass überall da, wo Myelinformen sich zeigen, auch Protagon sich darstellen lassen werde.

Mikroskopische Abbild. bei Funke: Atl. 2te Aufl. Taf. V, Fig. 4. — Virchow Arch. f. path. Anat. VI, 562. — H. Meckel: Annal. der Charité. IV, 269. — O. Liebreich: Arch. f. path. Anat. XXXII, 387.

Nefrozymase.

Nefrozymase. So bezeichnet Béchamp eine Substanz, welche im menschlichen Harn vorkommen und daraus durch Alkohol, noch gemengt mit Phosphaten niedergeschlagen werden soll. Sie ist ein sehr wirksames Ferment, welchem der menschliche Harn das Vermögen verdankt, Stärke in Zucker zu verwandeln. Dieses Ferment ist stickstoffhaltig und von den Peptonen und Albumin verschieden. Von letzterem dadurch, dass

es beim Sieden nicht gerinnt und durch Essigsäure und Ferrocyankalium nicht gefällt wird, von ersterem durch die Nichtfällbarkeit durch Tannin, Sublimat und Chlor.

A. Béchamp: Gaz. hebdomad. 1865. Nr. 24 u. 25.

Oleophosphorsäure.

Oleophosphorsäure. Diese Säure soll nach den Untersuchungen von Frémy und Anderen im Gehirn, Rückenmark, in den Nieren und in der Leber vorkommen. Frémy erhielt sie aus dem Gehirn auf nachstehende Weise: er zerschnitt das Gehirn in kleine Stücke, behandelte es mehrere Male mit siedendem Alkohol und liess es hierauf mehrere Tage mit dieser Flüssigkeit stehen. Darauf presste er die Masse aus, zerstiess sie schnell in einem Mörser und behandelte sie sofort mit Aether in der Kälte, dann in der Wärme. Nach dem Verdunsten der ätherischen Lösungen wurde der Rückstand in kaltem Aether gelöst, wobei eine weisse Substanz abgeschieden wurde, während die Oleophosphorsäure, zum Theil an Natron gebunden, gelöst blieb. Der Aether wurde abdestillirt, zur Bindung des Natrons etwas einer Säure hinzugefügt und die Masse mit Alkohol ausgekocht, der beim Erkalten Oleophosphorsäure herausfallen liess. So dargestellt ist übrigens, wie Frémy angiebt, die Säure noch nicht ganz rein, sondern enthält noch Spuren von Cerebrin (Cerebrinsäure) und von Cholesterin. Frémy beschreibt sie als eine gelbe, klebrige Masse, die in Wasser unlöslich ist, in kochendem Wasser aber aufquillt. Ebenso wenig löst sie sich in kaltem Alkohol, reichlich aber in siedendem und noch leichter in Aether. Mit alkalischen Basen bildet sie seifenartige Verbindungen, mit schweren Metalloxyden unlösliche Salze. An der Luft erhitzt, verbrennt sie und hinterlässt eine sehr saure Phosphorsäure enthaltende Kohle. Durch Kochen mit Wasser, wenn selbes längere Zeit fortgesetzt wird, oder unter denselben Bedingungen mit Alkohol soll sie sich, wie Frémy angiebt, in ein flüssiges Oel: Olein und Phosphorsäure zersetzen, ebenso unter Mitwirkung einer Säure. Alkalien sollen sie in Phosphorsäure, oleinsaure Salze und Glycerin umsetzen.

Diese Untersuchungen bedürfen sämmtlich der Bestätigung.

Frémy: Annal. de Chim. et de Phys. Août 1841. 465. Journ. f. prakt. Chem. XXV, 29. Journ. de Pharm. T. XXVI, 769. Compt. rend. T. XI, 763.

Pyocyanin.

Pyocyanin — ein aus durch Eiter blaugefärbten Verbandleinen von Fordos dargestellter blauer Farbstoff. Er erhielt ihn, indem er die Verbandleinen mit schwach ammoniakalischem Wasser auszog, welches sich dabei blau oder grün färbte. Er schüttelte die Lösung mit Chloroform, welches daraus Pyocyanin, Fett und einen gelben Farbstoff aufnahm. Das von der wässerigen Lösung getrennte Chloroform liess er verdunsten, behandelte den Rückstand abermals mit Chloroform und wiederholte diese Procedur noch einmal. So erhielt er es ziemlich rein, aber noch mit etwas gelbem Farbstoff gemengt. Er behandelte hierauf den Rückstand mit etwas Salzsäure, wodurch das Pyocyanin in eine rothe Substanz, eine

Verbindung mit Salzsäure, verwandelt wird. Diese Lösung liess er an der Luft eintrocknen und zog sie abermals mit Chloroform aus, welches die fremden Stoffe löste, die salzsaure Verbindung des Pyocyanins aber ungelöst liess. Letztere zerrieb er mit etwas Baryt unter einer Schicht Chloroform, welches sich nun wieder blau färbte und nach dem Verdunsten das Pyocyanin in Krystallen absetzte. Später vereinfachte Fordos das Verfahren, indem er die Verbandstücke mit Wasser extrahirte, dann mit Chloroform schüttelte und diesem den Farbstoff durch mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser entzog, wobei die Lösung desselben roth wird; nach der Neutralisation mit Baryt wird sie wieder blau und giebt an Chloroform das Pyocyanin ab, welches nach dem Verdunsten des Lösungsmittels krystallisirt.

So dargestellt, bildet es blaue Prismen (deren Farbe unter Umständen in Grün übergeht), die in Wasser, Weingeist, Aether und Chloroform löslich sind. Die Lösung in Chloroform wird mit der Zeit grün, bei Behandlung mit Aether aber wieder blau, während der Aether einen gelben Farbstoff (Pyoxanthin) aufnimmt. Durch Chlor wird es entfärbt, durch Säuren geröthet, durch Alkalien gebläut. Enthält eine Pyocyaninlösung noch unzersetzten Eiter, so verliert sie in verschlossenen Gefässen nach und nach ihre Farbe, nimmt dieselbe aber beim Schütteln mit Luft wieder an. Dieselbe Entfärbung erleidet sie, wenn sie bei Luftabschluss mit wenig Schwefelnatrium behandelt wird und bläut sich nachher auch wieder an der Luft, sie wird demnach durch Reduction entfärbt, durch Oxydation aber blau. Ammoniak scheint die Bildung des Pyocyanins zu befördern.

Nach Lücke sind die Träger des Pyocyanins Vibrionen, nach Chalvet Pilze. Das Pyocyanin wurde von ersterem in ähnlicher Weise dargestellt und in blauen oder grünen Prismen erhalten. Die Krystalle sind luftbeständig, schmelzen erst bei höherer Temperatur und zersetzen sich. Mit Säuren färbt es sich roth, mit Alkalien wieder blau. Chlor und Terpentinöl entfärben es vollständig. Aus weingeistigen oder wässerigen alkalischen Lösungen wird es durch Alaun nicht niedergeschlagen.

Nach den Untersuchungen von Herapath scheint übrigens die blaue Färbung eitriger Verbandstücke zuweilen auch von Indigo herzurühren.

Fordos: Compt. rend. T. LI, 215. — Recueil des travaux de la Soc. d'émulation pour les scienc. pharm. T. III. fascic. 1. p. 30. A. Lücke: Langenbeck's Arch. f. Chirurg. Bd. III, 135. — Fordos: Compt. rend. 1863. I, p. 1128. — Delore: Gaz. med. de Paris 1863. Nr. 42 et 43. — W. Bird Herapath: Med. times and gazette. 1864. II, p. 338.

Pyoxanthose. Ein zuweilen das Pyocyanin begleitender und seine Lösungen grün färbender gelber Farbstoff, welcher den grünen Lösungen des ersteren durch Aether entzogen werden kann. Auch dieser Körper

Pyoxanthose.

krystallisirt nach Fordos in Prismen von gelber Farbe. Schwer löslich in Wasser, leicht in Alkohol, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol. Säuren färben ihn roth, Alkalien violett.

Fordos: Compt. rend. 1863. I, p. 1128.

Serolin.

Serolin. Diese Substanz wurde von Boudet im Rückstande des Blutserums nachgewiesen und durch Auskochen desselben mit Alkohol erhalten. Bei gewöhnlicher Temperatur bildet es perlmutterglänzende Flocken, welche unter dem Mikroskop theils in parallel an einander gelagerten, theils fächerförmig gruppirten, theils gekreuzten Nadeln erscheinen; es löst sich sehr wenig in kaltem Alkohol, aber ziemlich leicht in heissem und in Aether; mit Wasser bildet es keine Emulsion; es ist neutral, schmilzt bei 36° C., und scheint theilweise unverändert überzudestilliren; es soll stickstoffhaltig sein. Von Alkalien wird es nicht verseift.

Gobley glaubt das Serolin als ein Gemenge von Fett und Albumin erkannt zu haben.

Boudet: Annal. de Chim. et de Phys. T. LII, 337. — Gobley: Journ. de Pharm. et de Chim. T. XXI, 253.

Dritter Abschnitt.

Chemie der thierischen Flüssigkeiten, Gewebe und Organe.

Thierische Flüssigkeiten.

I. Chemie des Blutes.

In den Blutgefässen des Thierkörpers, einem geschlossenen, aber mit den Röhren des Lymph- und Chylussystems communicirenden Röhrensysteme circulirt während des Lebens eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, das Blut. Indem die Wände dieser Röhren für osmotische Strömungen permeable Membranen darstellen, treten in Form wässeriger Lösungen beständig gewisse Bestandtheile des Blutes in die Gewebe und Organe aus, während andere Stoffe aus den letzteren in das Blut übergehen. Indem endlich auch noch der Inhalt der Lymph- und Chylusgefässe in den Blutstrom mündet, erhält derselbe fort und fort neue Stoffe zugeführt und es ist die Zusammensetzung des Blutes eine nach Zeit und Ort bis zu einem gewissen Grade wechselnde.

Bei der nachstehenden Schilderung der Eigenschaften und der Zusammensetzung des Blutes halten wir uns zunächst an das Blut des Menschen und der höheren Wirbelthiere.

Physikalische Charaktere. Das Blut der Menschen und der höheren Wirbelthiere stellt eine dickliche, sich klebrig anfühlende, hell- bis dunkel-kirschrothe, vollkommen undurchsichtige Flüssigkeit dar, von schwachem aber eigenthümlichem Geruch und fade-salzigem Geschmack. Das Blut ist schwerer wie Wasser und es schwankt das specifische Gewicht des menschlichen innerhalb der physiologischen Grenzen von 1,045 bis 1,075.

Physikalische Charaktere.

Die Temperatur des Blutes, so lange dasselbe in den Adern kreist, schwankt zwischen 34,02° und 41,3° C. Umstehende Tabelle giebt hierfür Belege:

Hund	Gefässbezirk	Temperatur in ° C.	Besondere Bemerkungen	Beobachter
1	Vena cava sup.	35,98		G. Liebig
	Atr. Cord. dextr.	36,37		
2	Vena cruralis	37,20		
	Vena cava infer.	38,11		
3	Aorta	38,7	Ende der Verdauung	Cl. Bernard
	Vena portarum	39,2		
4	Vena portar.	39,9	Anfang der Verdauung	
	Vena hepatica	39,5		
5	Vena portar.	39,7	Verdauung	
	Vena hepatica	41,3		
6	Vena portar.	37,8	Seit 4 Tagen nüchtern	
	Vena hepatica	38,4		
7	Vena portar.	39,6	Verdauung	
	Vena hepatica	39,7		
8	Aorta	38,4		
	Vena hepatica	39,4		
9	Rechtes Herz	38,8	Nüchtern	
	Linkes Herz	38,6		
	Rechtes Herz	39,2	Verdauung	G. Liebig
	Linkes Herz	39,1		
10	Rechtes Herz	36,37		
	Linkes Herz	36,82		
11	Rechtes Herz	39,21		
	Linkes Herz	34,02		

Die specifische Wärme des Blutes wurde von J. Davy = 0,83 und 0,93 gefunden. Diese Resultate bedürfen aber der Bestätigung.

Das Blut ist keineswegs eine reine Lösung, sondern es ist im chemischen Sinne eine **Emulsion**: d. h. eine Flüssigkeit, in welcher gewisse Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur aufgeschwemmt, suspendirt sind.

Optisches Verhalten des Blutes.

Optisches Verhalten des Blutes. Bringt man sauerstoffhaltiges Blut von passender Verdünnung mit Wasser in Glasgefässen mit planparallelen Wänden von 1 Centimeter Abstand vor den Spalt des Spectral-

apparates, mittelst welchen man das Sonnenspectrum beobachtet, so zeigt sich verschieden starke Lichtabsorption in den verschiedenen Partien des Spectrums, die geringste im Roth zwischen den Frauenhofer'schen Linien *A* und *B*, stärker schon zwischen *C* und *D*, noch stärker im Blau. Verdünnt man das Blut noch stärker, so findet rasche Aufhellung des Spectrums statt und zwischen den Frauenhofer'schen Linien *D* und *E* im Gelb und Grün bleiben zwei dunkle Streifen übrig (Absorptionsstreifen, Spectralbänder, Blutbänder), von welchen der näher bei *D* liegende dunkler und schärfer begrenzt ist, wie der bei *E* zum Theil im Grün liegende, welcher breiter, aber zugleich auch diffuser erscheint. Vergl. die Tafel, Fig. 2.

Treibt man den im Blute enthaltenen Sauerstoff durch Kohlensäure- oder Wasserstoffgas aus, so ist die Lichtabsorption in allen Theilen des Spectrums eine stärkere und bei starker Verdünnung mit Wasser zeigt sich nun unter Aufhellung der übrigen Spectralpartien ein einziger breiterer und schlecht begrenzter Absorptionsstreifen in der Mitte zwischen *D* und *E*. Ueber die Ursache dieses optischen Verhaltens des Blutes vergl. S. 132.

Anatomische Charaktere. Die anatomische Analyse zerlegt das Blut in Festes, Aufgeschwemmtes: in die histologischen Formelemente des Blutes und in das Plasma oder den Liquor sanguinis, eine Flüssigkeit, in der gewisse Blutbestandtheile gelöst sind.

Anatomische Charaktere.

Zu den aufgeschwemmten Blutbestandtheilen zählen:

a) Die Blutkörperchen (Blutzellen, Blutscheiben, rothe Blutkörperchen).
b) Die Lymphkörperchen (farblose Blutzellen).
c) Die Molekularkörnchen.

Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen des Menschen, wegen ihrer Kleinheit so wenig wie die übrigen Formbestandtheile des Blutes mit freiem Auge sichtbar, erscheinen bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes als kreisrunde, zart aber scharf contourirte gelbliche Scheiben, deren Farbe erst dann, wenn mehrere aufeinander liegen, röthlich bis roth erscheint. Der Durchmesser dieser Scheiben beträgt gewöhnlich 0,00314 bis 0,00260 Linien, mit Extremen nach beiden Seiten hin von 0,0040 bis 0,00172 Linien. Aus Welcker's Messungen ergiebt sich als mittlerer Flächendurchmesser für die menschlichen Blutkörperchen 0,00774 Millimeter bei einer Dicke von 0,0019 Millimeter. Auf der Fläche liegend, nehmen sie sich wie eine Concavlinse aus, während sie auf dem Rande stehend das Ansehen eines Biscuits darbieten. Aus diesem Verhalten sowie auch aus ihren Lichtbrechungsverhältnissen schliessen wir, dass die Blutkörperchen biconcave Scheiben mit abgerundeten und etwas aufgewulsteten Rändern darstellen. Ihr Inhalt ist meist vollkommen klar und homogen, zuweilen aber körnig. Ueber die mikroskopischen

Charaktere des menschlichen Blutes vergl. Funke: Atl. 2. Aufl., Taf. XI und XII.

Die rothe Farbe und die Undurchsichtigkeit des Blutes rührt von den Blutkörperchen her, deren Zahl im Blute eine so ungeheure ist, dass nach den Zählungen von Vierordt und H. Welker in einem Cubikmillimeter Blut 4 bis $5^1/_2$ Millionen Stück enthalten sind.

Farblose Blutkörperchen.

Die Lymphkörperchen oder farblosen Blutkörperchen, ebenfalls nur unter dem Mikroskope wahrnehmbar, sind kreisrunde oder rundliche, in einzelnen Fällen etwas abgeflachte Zellen von ungefähr 0,004 Linien Durchmesser, doch zeigen sie nicht unbeträchtliche Grössenverschiedenheiten. Sie sind farblos und ihr Inhalt ist ein feinkörniger, ihre Contouren endlich sind höckerig. Sie enthalten einen mehr oder minder deutlichen Kern, der entweder schon auf Zusatz von Wasser oder nach Einwirkung von Essigsäure, hier besonders deutlich, hervortritt. Sie sind endlich leichter als die rothen Blutkörperchen und in viel geringerer Menge vorhanden. Man kann annehmen, dass auf 1000 rothe Blutkörperchen etwa 1 bis 2 farblose kommen. Doch zeigt ihre Menge Schwankungen, die von verschiedenen Momenten abhängig erscheinen.

Ihre Menge nimmt zu während der Verdauung, der Schwangerschaft, nach starken Blutentleerungen; bei Kindern ist ihre Menge grösser wie bei Greisen; besonders reich an farblosen Zellen ist endlich das aus der Milz und Leber abfliessende Blut. Bei einer merkwürdigen, Leukämie genannten Krankheit findet eine so bedeutende Vermehrung derselben statt, dass sie den rothen an Zahl gleichkommen oder wohl gar übertreffen.

Die nähere Betrachtung der Formelemente des Blutes, ihrer Genese, ihrer Veränderungen, ihres mikrochemischen Verhaltens und ihrer physiologischen Bedeutung ist Sache der Histologie und reinen Physiologie und wir müssen nicht nur allein auf die Hand- und Lehrbücher dieser Doctrinen verweisen, sondern hier ein- für allemal erklären, dass die physiologische Chemie überall die Elementarkenntnisse in Physiologie und Histologie voraussetzen muss.

Chemische Bestandtheile des Blutes im Allgemeinen.

Chemische Bestandtheile des Blutes im Allgemeinen.

Wenn wir von der anatomischen Zergliederung des Blutes in Formelemente und Intercellularflüssigkeit (Plasma) vorläufig absehen und zunächst nur ins Auge fassen, welche Bestandtheile die Chemie im Blute überhaupt nachgewiesen hat, so finden wir Folgendes.

Normale und constante Bestandtheile des Blutes.

Als solche sehen wir an:

Constante Bestandtheile.

Wasser, Albumin, Faserstoff (Fibrinogen und Fibrinoplasmin), Hämoglobin (Globulin und Hämatin), Stearinsäure-, Palmitinsäure- und Oelsäure-Glycerid (Fette), stearinsaure, palmitinsaure

und ölsaure Alkalien (Seifen), Protagon (?), Cholesterin, Traubenzucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin.

Von anorganischen Stoffen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, an Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und Chlor gebunden, Eisen, Mangan, Kieselerde. An Gasen: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure.

Von diesen genannten Stoffen sind einige nur in sehr geringer Menge im Blute enthalten, so dass ihre Menge entweder nicht, oder nur in Ausnahmsfällen bestimmt werden konnte. Es gehören dazu: Harnstoff, Zucker, Kreatin, Kreatinin und Cholesterin.

Nicht constante Bestandtheile des Blutes.

Nicht constante Bestandtheile.

Wir zählen hierher alle jene Stoffe, deren Existenz nicht mit voller wissenschaftlicher Sicherheit nachgewiesen ist, — die bisher nur unter pathologischen Verhältnissen aufgefunden wurden, — oder deren Vorkommen im Blute kein constantes zu sein scheint, vielmehr von bestimmten Bedingungen abhängig ist. Als solche betrachten wir:

Glycerin- und Oleophosphorsäure, flüchtige Säuren der Formel $(CH)_n O_4$: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure, Hippursäure und Bernsteinsäure (bei Pflanzenfressern), Gallensäuren, Gallenfarbstoff, Harnsäure, Sarkin, Glutin, Milchsäure, Indican, eine eigenthümliche, Kupferoxydsalze reducirende, beim Erhitzen Caramelgeruch verbreitende Säure (Verdeil und Dollfus, Mialhe) und Inosit? (Marmé) im Rindsblute, Leucin und Tyrosin. Von anorganischen Stoffen: Fluor (?), kohlensaures Ammoniak, Spuren von Lithion, von Blei und Kupfer.

Hierzu ist zu bemerken, dass Gallensäuren, Gallenfarbstoff, Ameisensäure und Essigsäure, Harnsäure, Sarkin, Glutin, Leucin, Tyrosin bis jetzt nur im Blute von Kranken aufgefunden wurden, obgleich sehr geringe Mengen von flüchtigen Säuren an Alkalien gebunden auch im normalen Blute vorkommen mögen.

Extractivstoffe

Wenn aus dem Blute alle die genannten Stoffe abgeschieden sind, so bleibt eine nicht unbeträchtliche Menge unkrystallisirbarer, in Wasser löslicher, in Alkohol nur zum Theil löslicher Materien von brauner Farbe und extractartiger Consistenz zurück, deren chemische Natur noch unbekannt ist. Man hat sie Extractivstoffe genannt. Wir haben sie unter den Normalbestandtheilen des Blutes weiter oben absichtlich nicht aufgezählt, weil wir dort nur von wohl charakterisirten chemischen Individuen gesprochen haben; die Extractivstoffe aber sind Gemenge uns vorläufig noch unbekannter Stoffe. Die Menge dieser Extractivstoffe vermindert sich mit der fortschreitenden Entwickelung der Wissenschaft. Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Harnstoff, Harnsäure wurden noch vor wenig Jahren als Extractivstoffe des Blutes aufgeführt, weil man sie eben daraus noch nicht abzuscheiden verstand.

Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen und des Plasmas.

Von den aufgezählten Bestandtheilen des Blutes im Allgemeinen gehören einige den Blutkörperchen, andere dem Plasma ausschliesslich an, wieder andere aber sind beiden gemeinschaftlich; wenn aber auch letzteres der Fall ist, so sind diese Bestandtheile doch in Blutkörperchen und Plasma der Menge nach ungleich vertheilt.

Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen.

Die chemische Analyse hat als Bestandtheile der Blutkörperchen zum Theil direct nachgewiesen, zum Theil durch Induction erschlossen:

Wasser, Hämoglobin (Globulin mit Hämatin verbunden), wohl deren Hauptmasse bildend, Fette und zwar auch ein phosphorhaltiges: Glycerinphosphorsäure oder Oleophosphorsäure, oder beide enthaltendes Fett, Protagon,— nach einer vorläufigen Mittheilung von L. Hermann, Bestandtheil des Stroma, — eine nicht näher studirte stickstoffhaltige Säure und dieselben anorganischen Stoffe, wie sie das Gesammtblut und das Plasma enthalten, nur in anderer weiter unten zu erörternder Vertheilung. Davon sind Eisen und Mangan ausgenommen, welche Metalle den Blutkörperchen ausschliesslich angehören und die sich daher wohl im Gesammtblute, aber nicht im Plasma finden.

Die Blutkörperchen enthalten endlich auch auf mechanischem Wege abscheidbare Gase und zwar insbesondere Sauerstoffgas, wie wir bereits Seite 58 erörtert haben.

Chemische Bestandtheile des Blutplasmas.

Chemische Bestandtheile des Blutplasmas.

Dieselben sind folgende: Wasser, Albumin, Faserstoff (Fibrinogen), Fette, Cholesterin, Seifen, Zucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, die oben aufgeführten anorganischen Stoffe des Gesammtblutes mit Ausnahme des Eisens und Gase, worunter vorzugsweise Kohlensäure und Stickstoff. Auch die als nicht constante Bestandtheile des Blutes bezeichneten, dürften wohl sämmtlich oder grösstentheils, vielleicht mit Ausnahme der Glycerin- und Oleophosphorsäure dem Plasma angehören, doch fehlt es durchaus an entscheidenden Beweisen dafür.

Nach dem Angeführten erscheinen das eisenhaltige Hämoglobin, Protagon oder Cerebrin, das phosphorhaltige Fett und vielleicht die übrigens noch ziemlich problematische stickstoffhaltige Säure den Blutkörperchen eigenthümlich, während dem Plasma ausschliesslich Faserstoff, (Fibrinogen), Albumin, verseifte Fette, Zucker, Harnstoff, Kreatin u. s. w. angehören. Doch ist zu bemerken, das Cerebrin (Protagon) bereits von Chevreul

und Gobley als ein Bestandtheil des Blutserums angegeben wird; Gobley betrachtet das Serolin Boudet's als ein Gemenge von Fetten, Cholesterin und Cerebrin.

Beiden Formbestandtheilen des Blutes gemeinschaftlich sind aber Wasser, Fette überhaupt und die anorganischen Salze mit Ausnahme des Eisens und endlich wohl auch die Gase. Diejenigen Stoffe aber, welche sich ebensowohl in den Blutkörperchen als im Plasma vorfinden, sind hier ihrer Menge nach sehr ungleich vertheilt. So ist der Wassergehalt des Blutplasmas viel grösser wie jener der Blutkörperchen, der Gehalt an festen Stoffen ist bei letzteren dreimal so gross wie im Plasma, auch Fett enthalten die Blutkörperchen mehr wie das Plasma. Von den anorganischen Salzen sind in den Blutkörperchen die Phosphate und Kalisalze vorherrschend, während im Plasma die Natronsalze und Chloride vorwiegen. Nach Abrechnung des den Blutkörperchen eigenthümlichen Eisens ist das Plasma reicher an anorganischen Salzen und schwefelsaure und kohlensaure Alkalien finden sich vorzugsweise im Plasma. Dem grösseren Gehalte an festen Bestandtheilen entsprechend ist auch das specifische Gewicht der Blutkörperchen höher wie jenes des Plasmas. Von den Gasen wiegt in den Blutkörperchen der Sauerstoff, im Plasma die Kohlensäure vor. Wir werden bei der Besprechung der quantitativen Zusammensetzung des Blutes auf diese Verhältnisse noch genauer eingehen.

Allgemeines chemisches Verhalten des Blutes.

Wenn das Blut dem Lebenseinflusse und der Berührung mit der Gefässwand entzogen ist, sei es, dass mit dem Aufhören des Lebens die Thätigkeit des Herzens aufhört, oder sei es, dass dasselbe aus der Ader gelassen wird, beginnt in selbem eine Veränderung, die ihren Abschluss in der vollendeten Gerinnung findet, einem Vorgange, der in dem durch die ganze Masse des Blutes, gleichförmig und nahezu gleichzeitig erfolgenden Unlöslichwerden des Faserstoffs begründet ist. Der sich ausscheidende Faserstoff schliesst die Blutkörperchen in sich ein, zieht sich mehr und mehr zusammen und bildet den Blutkuchen (auch wohl Cruor geheissen); die aufgelöst bleibenden Bestandtheile des Blutes: das Plasma minus des Faserstoffs, bilden das Serum (Blutserum, Blutwasser).

Gerinnung des Blutes.

Der Blutkuchen stellt im Allgemeinen eine dunkelrothe, elastisch-geléeartige Masse dar, deren Form von der des Gefässes, in welchem die Gerinnung stattfindet, bis zu einem gewissen Grade abhängig ist. Bindet man ihn in einen Leinwandlappen und presst aus, so läuft eine blutkörperchenreiche, rothe Flüssigkeit ab. Wäscht man ihn in einem Leinwandsäckchen unter Wasser vollständig aus, so bleibt im Säckchen das Fibrin zurück, gemengt mit den Hüllen der Lymphkörperchen. Der Blutkuchen ist demnach als ein Gemenge von geronnenem Faserstoff und Blutkörperchen, durchtränkt von Serum zu betrachten.

Blutkuchen.

Blutserum.

Das Blutserum ist eine gelblich grüne, reingelbe, oder in Folge der Beimengung von Blutkörperchen auch wohl röthliche, klebrige, deutlich alkalisch reagirende Flüssigkeit, die in seltenen Fällen auch wohl milchig getrübt ist (weisses Blut, weisses Serum). Diese milchige Trübung rührt entweder von suspendirten Fetttröpfchen, oder von einem eiweissartigen, höchst fein vertheilten Körper her.

Da der Blutkuchen die Blutkörperchen und den Faserstoff des Blutes enthält, wir aber unter Plasma: Blut minus Blutkörperchen verstehen, so sind die Bestandtheile des Serums jene des Plasmas minus dem Faserstoff.

Plasma oder Intercellularflüssigkeit des Blutes und Blutserum sind daher keineswegs identisch, was um so mehr hervorgehoben werden muss, als wir das Serum in der That ohne Schwierigkeit erhalten können, während das Plasma mehr ein theoretischer Begriff ist, da es bei dem Blute des Menschen und der höheren Wirbelthiere, wie wir später noch hören werden, nicht gelingt, die Blutkörperchen auf mechanischem Wege vollständig abzuscheiden und dadurch wirkliches Plasma zu erhalten. Denn unter Plasma verstehen wir Blut minus Blutkörperchen, demnach noch gelösten Faserstoff enthaltend.

Momente, welche auf die Gerinnung des Blutes Einfluss äussern.

Ueber die Bedingungen der Gerinnung, das heisst über die Momente, welche die Gerinnung des Blutes beschleunigen, verzögern, oder die Gerinnungsfähigkeit desselben aufheben, sind umfassende Untersuchungen angestellt, unter welchen die von Brücke von besonderem Werthe sind.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen erfolgt die Gerinnung des Blutes wenige Minuten nach der Entfernung aus der Ader, das in der Leiche zurückbleibende aber erhält sich stunden- und tagelang flüssig.

Verzögert wird nun die Gerinnung durch folgende Momente: Entfernung des im Blute enthaltenen Sauerstoffs; Sättigung des Blutes mit Kohlensäure; niedere Temperatur, nahe dem 0° Punkte; grosser Salzgehalt des Plasmas; Zusatz von gewissen Salzen, wie schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, Chlornatrium, Chlorkalium, essigsaures Kali, borsaures Natron; Zusatz einer sehr geringen Menge von kaustischem Kali oder Ammoniak; Zusatz von kohlensauren Alkalien, von Zucker oder Gummi; Ansäuern des Blutes mit Essig- oder Salpetersäure bis zur schwach sauren Reaction.

Beschleunigt wird die Gerinnung: durch eine die Blutwärme etwas übersteigende Temperatur; durch starke Bewegung des aus der Ader gelassenen Blutes; durch Zutritt von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft; durch Berührung des Blutes mit gewissen Metallen (welchen?) und anderen mineralischen Stoffen (welchen?).

Vollkommen aufgehoben wird die Gerinnungsfähigkeit des Blutes nach Brücke's Erfahrung durch Neutralisation des angesäuerten Blutes mit Ammoniak und durch die Einwirkung von Ozon auf das Blut (A. Schmidt).

Unabhängig ist die Gerinnung des Blutes überhaupt: von dem Sauerstoff oder der atmosphärischen Luft, denn das Blut gerinnt auch in Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure und bei vollständigem Abschluss der Luft; von der Temperatur innerhalb mittlerer Grenzen; von der Bewegung, denn die Gerinnung erfolgt im ruhenden und im bewegten Blute; das Blut gerinnt selbst trotz der Bewegung in Blutgefässen lebender Thiere, wenn Drähte oder andere fremde die Bewegung nicht hemmende Körper vorsichtig eingeführt werden. Anderseits gerinnt das Blut namentlich kaltblütiger Thiere nicht, wenn es in das Herz oder die grösseren Arterien eines kaltblütigen Thieres eingeführt wird und durch Unterbindung jede Bewegung der Blutflüssigkeit aufgehoben ist. Unabhängig ist ferner die Gerinnung von der Menge des Faserstoffs im Blute, von der Gegenwart der Blutkörperchen, endlich von dem Bestehen oder Verlust der Muskel- und Nervenerregbarkeit.

Einfluss der Gefässwände.

Diesen negativen Momenten gegenüber ist aber von Brücke auch ein positives ermittelt. Brücke hat durch eine Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass das Blut in den Gefässen durch die Einwirkung der Gefässwände flüssig erhalten werde und dass es überall da gerinnt, wo es mit diesen nicht mehr in Berührung ist. Wenn auch im Allgemeinen dieser Satz auf dasselbe hinausläuft, wie der längst gekannte, dass das Blut gerinnt, wenn es dem Lebenseinflusse entzogen ist, denn die Fähigkeit der Gefässe, das Blut flüssig zu erhalten, ist eben eine vitale, so ist mit dem Nachweise, dass es gerade die Gefässwandung ist, welche die Gerinnung des Blutes hindert, doch jedenfalls ein Schritt vorwärts in der Erkenntniss des Vorgangs gethan.

Die Versuche, welche Brücke zur Begründung seines Satzes anstellte, sind von grossem Interesse. Wir führen daher die wichtigeren derselben kurz an: Brücke nahm Blut aus den Gefässen bei einer Temperatur von nahezu 0°, setzte es der atmosphärischen Luft etwa 15 Minuten lang aus, füllte dann das Blut in das Herz oder ein grosses Gefäss des eben getödteten Thieres zurück und hing das wohlzugebundene Gefäss in einen mit Wasserdampf gesättigten Luftraum von mittlerer Zimmerwärme. Auf diese Weise erhielt sich das Blut von Säugethieren im Herzen derselben 4 bis 5 Stunden lang, d. h. so lange flüssig, als das Herz seine Erregbarkeit behauptet. Ebenso blieb es flüssig in venösen oder arteriellen Gefässen.

Wenn Brücke das Blut von kaltblütigen Thieren in ähnlicher Weise im ausgeschnittenen Herzen derselben aufbewahrte, so blieb es an 8 Tage lang flüssig. Diesen Zeitunterschied erklärt Brücke durch den Unterschied in den Gerinnungszeiten beider Blutarten überhaupt. Dass nun aber bei dieser Aufbewahrungsweise des Blutes die Gerinnung in Folge einer Wirkung der Gefässwand ausbleibt, erschliesst Brücke aus folgenden Versuchen: liess Brücke irgend einen Tropfen des so flüssig erhaltenen Blutes austreten, so gerann es alsbald: brachte er dagegen Luft, Quecksilber oder andere fremde Körper zu dem Blute in das Gefäss, so gerann nur der kleine in der unmittelbaren Nachbarschaft des fremden Körpers liegende Theil des Blutes; schloss er endlich einen Theil des im Gefässe enthaltenen Blutes dadurch ab, dass er in das Blut ein Glasrohr schob, so gerann nur das in der an beiden Seiten offenen Glasröhre enthaltene Blut. — Die letzterwähnten Ver-

suche sind auch besonders deshalb wichtig, weil sie zeigen, dass das Flüssigbleiben des Blutes von der Berührung mit der Gefässwand abhängig ist und selbst fremde Körper nur locale Gerinnung zu bewirken vermögen, wenn diese Berührung nicht aufgehoben ist. Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Brücke'schen Anschauung hat Lister durch die von ihm ermittelte Thatsache geliefert, dass Leichenblut in engen Gefässen länger flüssig bleibt wie in weiteren.

Gerinnungstheorien.

Der Vorgang der Gerinnung ist übrigens noch keineswegs völlig aufgeklärt und die darüber aufgestellten Theorien bewegen sich alle mehr oder weniger auf dem Gebiete der Hypothesen. Der Kern der Frage: wie verhält sich der geronnene Faserstoff zu dem im cirkulirenden Blut aufgelösten, ist noch immer unerledigt. Brücke's Hypothese, dass es einen gelösten Faserstoff gar nicht gebe, sondern ein Theil des Albumins des Blutes nach dem Aufhören der Herzthätigkeit, oder nach der Entfernung des Blutes aus dem Gefässrohr mit irgend einem andern Stoffe des Plasmas eine unlösliche Verbindung eingehe, welche eben dann den geronnenen Faserstoff darstelle, hat in etwas veränderter Form durch die Untersuchungen A. Schmidt's eine präcisere Begründung erfahren, insofern der Letztere die Gerinnung als das Product der Einwirkung eines vorzugsweise in den Blutzellen enthaltenen und von hier aus in das Plasma diffundirenden Albuminats: der fibrinoplastischen Substanz auf ein anderes vorzugsweise im Blutserum und in serösen Transsudaten gelösten: das Fibrinogen, betrachtet (vgl. S. 126). Der Faserstoff entstünde also durch die chemische Vereinigung zweier Componenten: der fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz; dabei würde das die Löslichkeit beider Componenten bedingende Alkali in Freiheit gesetzt werden. Allein diese Theorie lässt so viele für den Vorgang wichtige Momente, wie, warum die Gerinnung niemals im lebenden Blute eintritt, unerklärt und ist überdies auch mit Bezug auf den Hauptpunkt: den Act der Vereinigung und die Natur der Componenten, so hypothetischer Art, dass sie die Frage der Gerinnung zum definitiven Abschlusse gebracht zu haben, nicht beanspruchen kann, wenngleich sie als ein Schritt vorwärts in unserer Erkenntniss erscheint.

Eine von Richardson über die Ursache der Gerinnung aufgestellte Hypothese sucht sie darin, dass sich bei Einwirkung der Luft auf das Blut aus dem letzteren Ammoniak entwickle, welches den Faserstoff im Blute in Lösung halte, so dass nach dem Entweichen dieses Ammoniaks derselbe sich ausscheide. Gegenüber den zahlreichen damit in Widerspruch stehenden Thatsachen und directen Gegenversuchen Lister's erscheint ein näheres Eingehen auf diese Theorie überflüssig.

Speckhaut.

Unter gewissen Umständen ist die Oberfläche des bei der Blutgerinnung sich ausscheidenden Blutkuchens von oben herab gesehen bis auf eine wechselnde Tiefe nicht roth, sondern graulich- oder auch wohl gelblichweiss und zugleich an seiner oberen Fläche napfförmig ausgehöhlt. Diese obere ungefärbte Schicht desselben heisst man dann Speckhaut,

Entzündungshaut, *Crusta inflammatoria.* Die älteren Aerzte haben auf diese Erscheinung einen gewissen diagnostischen Werth gelegt und sie für ein Zeichen der Entzündung gehalten. Dies hat sich als vollkommen irrig erwiesen; obgleich es richtig ist, dass sie bei gewissen Krankheiten vorzugsweise eintritt, so kann sie doch nicht als für bestimmte Krankheitsformen charakteristisch angesehen werden, denn sie beruht auf Verhältnissen, die unter den verschiedensten physiologischen und pathologischen Bedingungen eintreten können.

Wie die Versuche von J. Müller, H. Nasse, Henle und Polli zur Evidenz dargethan haben, ist die Bildung der Speckhaut zunächst abhängig von der Gerinnungszeit des Blutes und von dem Senkungsvermögen der Blutkörperchen. Die Blutkörperchen sind specifisch schwerer wie das Plasma, sie haben daher das Bestreben, sich zu senken und in der Flüssigkeit, in der sie sich befinden, ein Sediment zu bilden. Würde das Blut nicht gerinnen und man liesse dasselbe einige Zeit lang ruhig stehen, so würde man in der That beobachten, dass die Blutkörperchen sich vollständig zu Boden setzen, was sie in der That auch in dem durch Schlagen vom Faserstoff befreiten Blute thun. So wie das Blut, in einem Glase oder einem sonstigen Gefässe aufgefangen, der Ruhe überlassen wird, beginnt sofort die Senkung der Blutkörperchen. Erfolgt aber nun die Gerinnung des Blutes, bevor die Blutkörperchen noch Zeit gefunden haben, sich um ein Bemerkbares zu senken, so ist der sich bildende Blutkuchen natürlich seiner ganzen Masse nach roth gefärbt, denn er hat überall, auch an seiner Oberfläche, Blutkörperchen gefunden, die er bei seiner Bildung einschliessen konnte. Verzögert sich dagegen die Gerinnung des Blutes aus irgend welchem Grunde, oder senken sich, bei normaler Gerinnungszeit, die Blutkörperchen rascher wie gewöhnlich, so ist im Momente der Gerinnung die obere Blutschicht bereits frei von Blutkörperchen und die obere Fläche des Blutkuchens ist daher ungefärbt. — Dem Gesagten zufolge ist die Speckhaut abhängig: 1) von der verspäteten Gerinnung des Faserstoffs, oder 2) von der schnelleren Senkung der Blutkörperchen. — Alle jene Momente daher, welche die Gerinnung des Blutes zu verzögern, oder die Senkung der Blutkörperchen zu beschleunigen geeignet sind, werden die Bildung der Speckhaut begünstigen.

Die Momente, welche eine Verzögerung der Gerinnung des Faserstoffs veranlassen können, haben wir bereits besprochen, wir haben daher nur noch jene ins Auge zu fassen, welche auf eine raschere Senkung der Blutkörperchen einwirken können. Hier ist nun vor Allem des specifischen Gewichtes der Blutkörperchen Erwähnung zu thun. Wenn man bedenkt, dass die Blutkörperchen aus einer Masse bestehen, welche jedenfalls dichter ist, wie die umgebende Intercellularflüssigkeit und dass zwischen der letzteren und den Blutkörperchen osmotische Strömungen stattfinden können, so wird man begreifen, dass ihr specifisches Gewicht

eine variable Grösse darstellen muss. Nimmt das specifische Gewicht der Blutkörperchen zu, sei es, dass sie Wasser verlieren, oder sei es, dass ihr Gehalt an eisenreichem Farbstoff relativ zunimmt, so werden sie sich natürlich rascher senken. Ebenso aber scheint auf die raschere Senkung derselben ihre zuweilen vermehrte Neigung zu wirken, aneinanderzukleben.

Auf die Bildung einer Speckhaut haben aber auch noch einige Nebenumstände Einfluss: die Form des Gefässes, in welchem die Gerinnung stattfindet; in hohen schmalen Gefässen erfolgt die Bildung einer Speckhaut leichter. — die Menge der Blutkörperchen; blutkörperchenarmes Blut (bei Chlorose, in der Schwangerschaft, nach wiederholten Aderlässen) bildet viel leichter eine Crusta, wie ein an Blutkörperchen reiches. Von geringerem Einflusse, als man früher geglaubt hat, scheint die Menge des Faserstoffs zu sein.

Das Blut der Pferde bildet bei der Gerinnung fast constant eine Speckhaut; es erklärt sich dies aus dem Umstande, dass die Blutkörperchen des Pferdeblutes von allen untersuchten Blutarten das stärkste Senkungsvermögen besitzen. Wenn wir endlich im Blute bei Entzündungskrankheiten häufig eine Speckhaut beobachten, so können wir diese Erscheinung auf zwei Ursachen zurückführen: auf den grösseren Kohlensäuregehalt solchen Blutes (s. oben), wodurch die Gerinnung verzögert wird und auf das grössere Senkungsvermögen der Blutkörperchen; indem nämlich das Blut bei Entzündungskrankheiten ärmer an Albumin wird, wird das Plasma specifisch leichter und demgemäss das Blutkörperchen relativ schwerer.

Gerinnung des Blutes beim Schlagen. Geschlagenes Blut.

Ueberlässt man das Blut, so wie es aus der Ader kommt, nicht der Ruhe, sondern schlägt es einige Minuten lang mit einem Quirl, Besen oder Glasstabe, so gerinnt der Faserstoff in beinahe ungefärbten faserigen, auch wohl klumpigen Massen, die sich an den Quirl etc. anlegen. Das auf diese Weise seines Faserstoffs beraubte geschlagene Blut nennt man defibrinirtes Blut. Von dieser Eigenschaft macht man bei der quantitativen Analyse des Blutes Anwendung.

Verhalten des Blutes gegen chemische Agentien.

Von Weingeist, Mineralsäuren, Metallsalzen, Gerbsäure wird das frische Blut in einen dicklichen Brei verwandelt und zwar in Folge der Einwirkung dieser Substanzen auf die Albuminate des Blutes; dasselbe geschieht durch Kochen des Blutes; es gerinnt dabei zu einer consistenten Masse. Chlorgas entfärbt das Blut und verwandelt es in einen grünlich-gelben schmierigen Brei; Schwefelwasserstoff macht es ebenfalls missfarbig und zersetzt es unter Verdickung.

Wird Blut in einer Lösung von schwefelsaurem Natron aufgefangen, so erhält man nach dem Absetzen der Blutzellen durch Zusatz von gepulvertem Kochsalz zu dem abgehobenen Blutplasma eine flockige Fällung (Plasmin von Denis). Dieselbe ist löslich in Wasser und die wässerige

Lösung gerinnt in einigen Minuten zu Faserstoffgallerte. Ebenso findet durch Erhitzen auf 100°, sowie durch Zusatz von Säuren und Alkalien Coagulation statt (Denis).

Das Blutserum gerinnt durch Kochen so wie das Blut, nur dass hier das Coagulum nicht roth ist; es wird endlich durch Weingeist, Mineralsäuren, Metallsalze und Gerbsäure ganz ebenso wie das Blut selbst gefällt. Trägt man Blutserum in kochendes Wasser ein, während man gleichzeitig durch ein paar Tröpfchen Essigsäure die alkalische Reaction des Serums wegnimmt, so gerinnt das Albumin des Serums in weissen, groben, leicht filtrirbaren Flocken und das die Extractivstoffe enthaltende Filtrat ist vollkommen klar. Auch von diesem Verhalten macht man bei der quantitativen Analyse des Blutes, beziehungsweise der Bestimmung des Albumins Anwendung. Behandelt man in gleicher Weise defibrinirtes Blut, so erhält man ein braunrothes Coagulum, aus Albumin und Hämatoglobulin bestehend (Scherer's Bestimmung der Blutkörperchen).

Wird Blutserum stark mit Wasser verdünnt, so trübt es sich und scheidet häufig nach einigem Stehen ein flockiges Sediment aus: Panum's Serumcasein, Lehmann's neutrales Natron-Albuminat.

Kocht man getrocknetes Blut, dem man eine geringe Menge Kochsalz zugesetzt hat, ein paar Minuten lang mit Eisessig, so erhält man eine braunrothe Lösung, die alsbald schwärzlich wird und ein im Sonnenlichte glänzendes Sediment absetzt, welches unter dem Mikroskop untersucht aus Häminkrystallen besteht (vergl. S. 164). Wir werden auf die praktische Wichtigkeit dieser Thatsache weiter unten näher eingehen.

Verkohlt man getrocknetes Blut und äschert die erhaltene Kohle bei mässiger Hitze ein, so erhält man eine von Eisenoxyd roth gefärbte Asche. Eine noch eisenreichere Asche erhält man, wenn man das gepulverte Blut mit schwefelsäurehaltigem Alkohol auskocht und den dunkelrothen Auszug abdampft und einäschert.

Verhalten des Blutes gegen Gase.

Verhalten des Blutes gegen Gase. Die den Gehalt des Blutes an Gasen: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, betreffenden physiologisch-chemischen Verhältnisse haben wir bereits im zweiten Abschnitte (S. 56 u. ff.) eingehend erörtert. Wir haben daher hier nur zusammenzufassen und Einiges über das Verhalten des Blutes gegen dem Blute als solchem nicht zukommende Gase hinzuzufügen. Das Blut vermag von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure gewisse Volumensmengen zu absorbiren, wenn es mit diesen Gasen geschüttelt wird. Dabei erscheint es bemerkenswerth, dass ein Gas durch das andere, Kohlensäure durch Sauerstoff und Sauerstoff durch Kohlensäure ausgetrieben werden kann. Nach den Versuchen von L. Meyer ist ein Theil des in das Blut aufgenommenen Sauerstoffs, unabhängig vom Druck, durch eine gewisse chemische Anziehung der Blutkörperchen gebunden, während ein anderer kleinerer dem Bunsen-Dalton'schen Absorptionsgesetze folgt. Die Menge des mechanisch auf-

genommenen Sauerstoffs wechselt mit dem Gehalte des Blutes an Wasser. Die chemische Anziehung, vermöge deren ein Theil des Sauerstoffs von gewissen Blutbestandtheilen zurückgehalten wird, ist übrigens eine sehr lose, da bei aufgehobenem Druck im Vacuum der ganze Sauerstoffgehalt entweicht. Durch Ansäuern des Blutes scheint die lockere Verbindung in eine innigere überzugehen, da dann der Sauerstoff durch Evacuiren nicht mehr ausgetrieben wird.

Auch die Menge der vom Blute absorbirbaren Kohlensäure wechselt mit dem Druck, und man muss auch hier annehmen, dass ein Theil derselben unabhängig vom Druck, ein anderer aber proportional demselben aufgenommen wird. Die Quantität der letzteren kommt mit derjenigen Menge nahe überein, welche reines Wasser absorbiren würde. Es ist übrigens bemerkenswerth, dass aus einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure weit mehr unabhängig vom Druck aufgenommen wird, als sich im Blute vorfindet. Die Löslichkeit des Blutes für Kohlensäure ist wesentlich durch das Serum bedingt, obgleich möglicherweise auch die Blutkörperchen einen Antheil daran haben. Vergl. übrigens das S. 65 über die Verhältnisse der Blutkohlensäure Angeführte.

Nach den Versuchen von Setschenow nimmt das Blut auch mehr Stickstoffgas auf, als dem Absorptionscoëfficienten desselben für reines Wasser entspricht. Da nun aber nach Fernet's Angaben das Blutserum sich zum Stickstoff ebenso wie Wasser verhält, so muss man, die Richtigkeit der Beobachtungen von Setschenow vorausgesetzt, daraus schliessen, dass an der Stickstoffabsorption die Blutzellen sich betheiligen.

Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure werden durch Auspumpen aus dem Blute mit sehr verschiedener Leichtigkeit ausgetrieben und zwar Sauerstoff und Stickstoff viel leichter als Kohlensäure (Nawrocki). Aus dem arteriellen Blute wird übrigens die Kohlensäure leichter ausgetrieben, wie aus dem venösen (Schöffer, Sczelkow, Preyer). Das Blut fährt endlich auch ausserhalb des Organismus fort, Kohlensäure zu bilden, wobei bei Luftzutritt der atmosphärische Sauerstoff, bei Luftabschluss der Sauerstoff des Blutes selbst, der dabei verschwindet, zur Oxydation verwendet wird (Nawrocki, J. Sachs, Hoppe-Seyler).

Verhalten des Blutes gegen Kohlenoxydgas.

Das Absorptionsvermögen des Blutes für Kohlenoxydgas ist gleich dem für Sauerstoff. So wie letzterer wird auch Kohlenoxydgas zum Theil unabhängig vom Drucke, sonach durch eine chemische Anziehung absorbirt. Es wird endlich der im Blute chemisch gebundene Sauerstoff durch ein gleiches Volumen Kohlenoxyd verdrängt, wenn man mit Sauerstoff gesättigtes Blut mit Kohlenoxydgas behandelt. Dieses Verhalten ist deshalb von praktischer Wichtigkeit, weil es die giftige Wirkung des Kohlenoxydgases erklärt, da jedes Theilchen Kohlenoxydgas ein gleiches Volumen Sauerstoff aus dem Blute austreiben muss. Während Kohlenoxydgas den Sauerstoff des Blutes verdrängt, kann es selbst aus dem Blute weder durch Sauerstoff, noch durch Stickoxydulgas, noch endlich durch ein Gemenge der beiden letztgenannten Gase ausgetrieben

werden (Nawrocki), wohl aber wird es ohne Volumensänderung durch Stickoxydgas aus dem Blute völlig verdrängt (L. Hermann). Da man nun weiss, dass die chemische Anziehung auf die genannten Gase vom Hämoglobin, d. i. den Blutkörperchen, ausgeübt wird, so folgt, dass das Kohlenoxyd-Hämoglobin eine stabilere Verbindung darstellt, wie das Sauerstoffhämoglobin, das Stickstoffoxyd-Hämoglobin aber die stabilste von allen dreien ist. In den drei hypothetischen Verbindungen endlich vertreten sich die Gase nicht nach Aequivalenten, sondern nach Volumina.

Kohlenoxydhaltiges Blut ist kirschroth gefärbt; diese Farbe wird weder durch Sauerstoff noch durch Kohlensäure verändert, ebensowenig durch Evacuiren unter der Luftpumpe und beim Eindampfen, auch Stickoxyd ändert die Farbe nicht merklich. Mit einer concentrirten Kalioder Natronlauge gemengt, färbt es sich mennigroth, während gewöhnliches oder mit irgend einem anderen Gase imprägnirtes Blut eine fast schwarze Masse bildet, die in dünnen Lagen braunroth erscheint, oder eine schmutzig grüne Masse bildet.

Kohlenoxydhaltiges Blut erzeugt in passender Verdünnung im Spectrum dieselben Absorptionsstreifen wie sauerstoffhaltiges, fügt man aber Schwefelammonium hinzu, so verschwinden die Streifen nicht im Verlauf mehrerer Tage, während sauerstoffhaltiges Blut nach Zusatz von Schwefelammonium schon nach einigen Minuten nur mehr einen Absorptionsstreifen zwischen *D* und *E* zeigt (Hoppe-Seyler). Empfindliches Mittel zur Erkennung des Kohlenoxyds im Blute. Mehrere Tage an der Luft stehend, verliert das Blut allmählich sein Kohlenoxyd. Bei der Reconvalescenz von Kohlenoxydvergiftung beobachtete Pokrowsky eine Steigerung der Kohlensäureausscheidung.

Verhalten des Blutes gegen Arsen- und Antimonwasserstoffgas.

Durch Arsenwasserstoffgas wird arterielles wie venöses Blut eigenthümlich ockerbraun gefärbt; auch defibrinirtes Blut nimmt ausserhalb des Organismus diese Farbe an, wenn Arsenwasserstoffgas in selbes eingeleitet wird. Schütteln mit Luft stellt die ursprüngliche Farbe nicht wieder her und ebensowenig wird dadurch das Arsenik aus dem Blute entfernt. Es scheint also auch hier die Absorption durch eine chemische Anziehung bewirkt zu werden. Eine andere Wirkung des Arsenwasserstoffgases ist die, das Hämoglobin aus den Blutzellen in das Serum und von da in die Secrete übertreten zu machen. Antimonwasserstoffgas äussert eine ähnliche aber minder energische Wirkung auf das Blut. Das damit gesättigte Blut nimmt ebenfalls keinen Sauerstoff mehr auf.

Verhalten des Blutes gegen Stickoxyd.

Wird aus dem Blute durch ein indifferentes Gas der Sauerstoff ausgetrieben und Stickoxydgas eingeleitet, so verliert es seinen Dichroismus und wird hell carmoisinroth. Im Spectrum treten dann an die Stelle des einen Absorptionsstreifens sauerstofffreien Blutes zwei, welche denen

sauerstoffhaltigen Blutes entsprechen, aber weniger scharf sind. Die Farbe des stickoxydhaltigen Blutes ändert sich, wenn alles überschüssige Stickoxyd aus demselben durch Wasserstoff entfernt ist, nicht, auch nicht durch Schwefelammonium. Sauerstoffhaltiges Blut, mit Stickoxyd geschüttelt, wird dunkel, indem dadurch dem Blute der Sauerstoff entzogen wird (L. Hermann).

Die Farbe des Blutes ist überhaupt von dem Gasgehalte des Blutes wesentlich abhängig. Sauerstoff färbt es hellroth, Kohlensäure dunkelroth. In dünnen Schichten erscheint arterielles oder mit Sauerstoff imprägnirtes Blut schön scharlachroth, venöses mit Kohlensäure imprägnirtes dagegen purpurfarben, in sehr dünnen Schichten aber grün. Kohlensäurehaltiges Blut ist demnach dichroitisch. Durch Evacuiren von Gasen völlig befreites (aber dann auch theilweise bereits zersetztes) venöses Blut hat bei einer Schicht von 2 bis 3 Centim. Dicke eine vollständig schwarze Farbe (Setschenow, Pflüger). Durch Kohlensäure dichroitisch gewordenes Blut verliert den Dichroismus durch Einwirkung von Sauerstoffgas. Schüttelt man dagegen stark mit Wasser verdünntes Blut 15 Minuten lang mit Kohlensäure, so kann ihm durch Sauerstoff die rothe Farbe nicht mehr wiedergegeben werden (Brücke, Heidenhain).

Auf die Blutfarbe haben auch die chemischen Veränderungen der Blutkörperchen einen nicht geringen Einfluss, wie sich auch aus dem unten Folgenden ergeben wird.

Chemisches Verhalten der Blutkörperchen.

Chemisches Verhalten der Blutkörperchen.

Es gelingt nicht, die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere auf mechanischem Wege: durch Filtration, von dem Blutplasma zu trennen; sie gehen bei dieser Operation grösstentheils durch das Filter durch. Froschblut lässt sich dagegen, wie J. Müller gezeigt hat, filtriren.

Wenn man dagegen defibrinirtes (geschlagenes) Blut wo möglich noch warm mit dem fünf- bis sechsfachen Volumen einer kalt gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt, so nimmt das Blut sofort eine hellrothe Färbung an und lässt sich nun filtriren; d. h. die Blutkörperchen bleiben dann grösstentheils auf dem Filter zurück und es läuft eine nur schwach röthlich gefärbte Flüssigkeit durch. Noch besser gelingt es, die Blutkörperchen auf dem Filter zurückzuhalten, wenn man, während sich das Blut auf dem Filter befindet, in selbes einen Strom von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft leitet, so dass die Blutkörperchen auf dem Filter in beständiger Bewegung erhalten werden; was jedoch auf dem Filter zurückbleibt, kann natürlich nicht mehr als vollkommen unveränderte Blutkörperchen angesehen werden.

Durch Wasser werden die Blutkörperchen aufgequollen, fast kugelförmig und kreisrund, wobei ihre Contouren mehr und mehr verblassen,

während die umgebende Flüssigkeit ein gelbliches Ansehen gewinnt. Zuletzt wird das Blutkörperchen vollkommen entfärbt und so blass, dass es nur bei starker Vergrösserung und beschattetem Gesichtsfeld sichtbar gemacht werden kann, endlich verschwindet es vollkommen.

Der Uebertritt der Blutzellen oder ihres Inhaltes in das Plasma, d. h. ihre Zerstörung, wird bewirkt durch Arsen- und Antimonwasserstoffgas, durch gereinigte Galle oder gallensaure Salze (Thiry, W. Kühne), durch abwechselndes Gefrieren- und Aufthauenlassen des Blutes und durch den Durchgang wiederholter elektrischer Entladungen (A. Rollet), durch Schütteln des Blutes mit Aether (v. Wittich), mit Chloroform (Bötticher), durch Schütteln mit Schwefelkohlenstoff, Amylen, Aether anaestheticus, Essigäther, zweifach Chlorkohlenstoff, Methyl- und Amylalkohol (sämmtlich Anaesthetica), sowie durch Behandlung mit Chlormethyl (L. Hermann); eine partielle Zersetzung der Blutkörperchen findet auch bei andauerndem Einleiten von Sauerstoff, sowie beim Entgasen des Blutes statt. Aehnlich wirkt abwechselndes Einleiten von Sauerstoff- und Kohlensäuregas.

Versetzt man defibrinirtes Blut mit so viel Aether, dass nach stärkerem Umschütteln sich eine Aetherschicht absetzt und wiederholt man das Schütteln mit Aether, so findet Zersetzung der Blutzellen statt und der Aether enthält Cholesterin und Protagon (L. Hermann).

Alle aufgezählten Agentien, welche die Blutkörperchen auflösen und das Blut in eine durchsichtige dunkelrothe Flüssigkeit verwandeln (es lackfarben machen), bedingen oder befördern auch die Ausscheidung der Blutkrystalle: des Hämatokrystallins; die letztere wird ausserdem auch befördert durch Zusatz gewisser Salze zum Blute, wie Glaubersalz, phosphorsaures Natron, essigsaure Alkalien, Salpeter, schwefelsaure Bittererde (Bursy).

Sauerstoffeinleiten befördert ebenfalls die Zersetzung der Blutzellen und die Bildung der Blutkrystalle; in einem weiteren Stadium der Einwirkung geht aber die Krystallisationsfähigkeit wieder verloren (A. Schmidt). Alkohol, Gerbsäure, Chromsäure, Kreosot und Metallsalze bringen die Albuminate der Blutzellen zur Gerinnung.

Eine merkwürdige, den Blutkörperchen zukommende Eigenschaft ist die, dass sie die Oxydation von Körpern durch activen Sauerstoff vermitteln helfen, namentlich die Uebertragung des Ozons vom ozonisirten Terpentinöl oder von Bittermandelöl auf Guajaktinctur, auf Jodkalium (Schönbein). Diese Wirkung, welche sie übrigens auch im trockenen Zustande äussern, theilen sie mit Eisenoxydulsalzen und anderen Stoffen. Auf die physiologische Wichtigkeit dieser Thatsache haben wir bereits an anderem Orte (S. 58) hingewiesen.

Getrocknete Guajaktinctur-Papierstreifen werden durch mit Wasser verdünntes Rindsblut gebläut, durch Serum aber nicht. Schüttelt man Blut mit Jodwasserstoffsäure und Kleister zusammen, so wird letzerer gebläut; endlich entfärbt sich durch Kreide neutralisirte Indigolösung

mit etwas Blut versetzt, innerhalb 12 Tagen, Indigolösung für sich aber nicht.

A. Schmidt schliesst aus diesem Verhalten, dass ein Theil des Sauerstoffs der Blutzellen darin als Ozon enthalten ist. (Vgl. die Angaben Schönbein's über das Vermögen der Blutkörperchen, den Sauerstoff zu polarisiren S. 59).

Defibrinirtes Blut zersetzt das Wasserstoffsuperoxyd ziemlich energisch; auch diese Eigenschaft kommt den Blutkörperchen zu.

Eine Lösung von Cyanin (ein blauer jodhaltiger organischer Farbstoff) wird durch verdünntes Wasserstoffsuperoxyd in ihrer Farbe nicht verändert; fügt man aber eine kleine Menge einer Lösung getrockneten defibrinirten Blutes hinzu, so findet alsbald Entbläuung der Cyaninlösung statt. Frisches defibrinirtes Blut wirkt ähnlich, aber langsamer (Schönbein).

Dass das Absorptionsvermögen des Blutes für Gase, zunächst für Sauerstoff, Kohlensäure, Stickstoff und Kohlenoxyd, wenigstens zum Theil durch die Blutkörperchen vermittelt wird, haben wir bereits erörtert.

Wenn man die mittelst Vermischung des Blutes mit Glaubersalzlösung auf einem Filter gesammelten Blutkörperchen mit lauem Wasser behandelt, so lösen sie sich vollständig zu einer rothen Flüssigkeit. Die rothe Lösung unter Zusatz eines Tröpfchens Essigsäure zum Kochen erhitzt, scheidet ein rothbraunes Coagulum aus, welches aus Globulin und Hämatin besteht. Ein Theil der anorganischen Salze der Blutkörperchen sowie der Extractivstoffe bleibt jedenfalls gelöst, während ein anderer Theil des Blutkörpercheninhalts wahrscheinlich schon durch die Behandlung des Blutes mit Glaubersalzlösung denselben entzogen wird (s. unten).

Zieht man die auf die gedachte Weise isolirten Blutkörperchen mit Aether aus, so erhält man ein phosphorhaltiges Fett (wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct des Protagons), welches 22 Proc. einer Asche hinterlässt, die aus saurem phosphorsaurem Kalk besteht. Durch Einäschern der Blutkörperchen erhält man eine rothe an Eisenoxyd und phosphorsaurem Kali reiche Asche.

Chemisches Verhalten des Blutplasma's.

Chemisches Verhalten des Blutplasmas.

Das chemische Verhalten des Blutplasmas ist das des Serums, wenn sich daraus der Faserstoff bereits abgeschieden hat. Wir haben nicht nöthig, hier länger zu verweilen, da wir das Wesentliche bereits unter dem allgemeinen chemischen Verhalten des Blutes angeführt haben.

Chemisches Verhalten der farblosen Blutzellen.

Chemisches Verhalten der farblosen Blutzellen.

Ueber die chemischen Bestandtheile der farblosen Blutzellen weiss man sehr wenig Positives, was mindestens theilweise in der Schwierigkeit begründet ist, sich ein zu einer eingehenderen Untersuchung genügendes

Material in einigermaassen reinem Zustande zu beschaffen. Bei dem sparsamen Vorkommen derselben im Blute, indem sie noch überdies mit den rothen Blutkörperchen gemengt sind, ist an eine Isolirung derselben nicht zu denken, aber auch aus der Lymphe, dem Schleim und dem Eiter hat man sie noch nicht zu isoliren vermocht. Alles, was wir über ihr chemisches Verhalten wissen, beschränkt sich daher auf mikrochemische unter dem Mikroskop angestellte Reactionen.

Die farblosen Blutzellen bestehen aus einer Hüllenmembran und einem wahrscheinlich halbflüssigen Inhalte. In Folge der durch die Hüllenmembran erfolgenden osmotischen Strömungen quellen sie auf Zusatz von Wasser stark auf, die granulöse Beschaffenheit der Hüllenmembran verschwindet, die Kerne treten deutlich hervor und einzelne Körperchen platzen auch wohl. Aehnlich wie Wasser wirken sehr verdünnte Säuren. Lösungen von Natronsalzen machen sie zusammenschrumpfen, ätzende Alkalien, Galle, sowie Lösungen glyco- und taurocholsaurer Alkalien lösen sie rasch auf. Hüllenmembran, Kernsubstanz und Inhalt scheinen nach ihrem Verhalten gegen Jod, Salpetersäure und dem Millon'schen Reagens zu schliessen, aus Albuminaten oder Albuminoiden zu bestehen. Als Bestandtheil der farblosen Blutzellen ist endlich auch Fett nachgewiesen. Da das leukämische Blut besonders reich an Protagon ist, zugleich aber einen bedeutenden Ueberschuss von farblosen Blutzellen besitzt, im Serum solchen Blutes aber kein Protagon nachgewiesen werden kann, so ist es wahrscheinlich, dass selbes ein Bestandtheil der farblosen Blutzellen ist (Hoppe-Seyler). Ueber das Verhalten der farblosen Blutkörperchen gegen Gase ist nichts bekannt.

Quantitative Zusammensetzung des Blutes.

Blutanalyse.

Bereits im Eingange zur Chemie des Blutes wurde erwähnt, dass zwischen dem Inhalte der Blutgefässe einerseits und den Geweben und Organen anderseits ein beständiger Stoffaustausch stattfindet, es ist daher das Mischungsverhältniss der Bestandtheile des Blutes der Natur der Sache nach ein wechselndes, es ist ein verschiedenes nicht nur in den verschiedenen Gefässbezirken, sondern je nach der Zeit, in welcher die Zusammensetzung bestimmt wird, auch in einem und demselben Gefässbezirke. Auch in dem Falle, dass wir genaue Methoden der quantitativen Scheidung der Blutbestandtheile besässen, würden die durch diese Methoden erhaltenen Zahlen in physiologischer Beziehung einen nur sehr bedingten Werth besitzen, denn jede solche Analyse wäre nur ein Ausdruck für die Zusammensetzung des Blutes in einem gegebenen Zeitabschnitt und unter bestimmten gegebenen Verhältnissen. Es ist ferner klar, dass die Physiologie von ihrem Standpunkte aus sich principiell nie mit einer chemischen Analyse des Gesammtblutes begnügen kann, nachdem sie nachgewiesen hat, dass zwei wesentlich verschiedene Objecte gegeben sind: die aufgeschwemmten Formbestandtheile und das Plasma;

sie muss daher von der Chemie einen Ausdruck für die Zusammensetzung jeder dieser beiden anatomischen Blutbestandtheile fordern.

Leider hat die Chemie bis nun allen diesen Anforderungen zu genügen nicht vermocht. Die Methoden, deren wir uns zur quantitativen Scheidung der Blutbestandtheile bedienen, sind an und für sich ziemlich unvollkommen und besitzen nur ausnahmsweise jenen Grad von Genauigkeit, den der Chemiker in der anorganischen Chemie von seinen Methoden beansprucht; es sind nur die Hauptbestandtheile des Gesammtblutes, die wir mit einiger Sicherheit zu bestimmen vermögen und eine erheblichen principiellen Bedenken nicht unterliegende Methode der quantitativen Bestimmung der Blutkörperchen und ihrer Bestandtheile fehlt noch gänzlich. Da es nicht möglich ist, die Blutkörperchen auf mechanischem oder chemischem Wege von dem Plasma scharf und ohne Zersetzung zu trennen, so ist die Bestimmung der Blutkörperchen stets eine indirecte; man bestimmt als Blutkörperchen entweder nur die coagulablen Bestandtheile oder die festen Bestandtheile derselben und wenn man versuchte, ihren Wasser- und Salzgehalt, das Fett, was sie enthalten und die Salze, die sie mit dem Plasma theilen, zu bestimmen, so ging man dabei von mehr oder weniger hypothetischen Voraussetzungen und indirecten Berechnungen aus, die zwar den Werth dieser Methode nicht gänzlich aufheben, aber ihn doch wesentlich beschränken. Einzelne Blutbestandtheile endlich, wie Zucker, Harnstoff, Kreatin und Kreatinin, sind im Blute in der Regel in so geringer Menge enthalten, dass an ihre quantitative Bestimmung vor der Hand überhaupt nicht zu denken ist, oder dieselbe, wie dies für Zucker und Harnstoff gilt, nur in Ausnahmefällen ausgeführt werden kann.

Diejenigen Blutbestandtheile, deren quantitative Bestimmung mit einiger, zum Theil sogar mit grosser Genauigkeit ausgeführt werden kann, sind: Wasser, Albumin, Faserstoff, coagulable Bestandtheile der Blutkörperchen, Fette und anorganische Salze. Wir haben bereits zugestanden, dass der gegenwärtige Standpunkt der Blutanalyse sehr viel zu wünschen übrig lässt, und dass die Physiologie die Chemie dafür verantwortlich machen muss, allein man hat in dem Gefühle getäuschter Hoffnung das richtige Maass verloren und weil die Blutanalyse eine noch unvollkommene ist, ihr allen Werth absprechen wollen, wozu man um so weniger berechtigt war, als man an dieselbe Hoffnungen geknüpft hatte, an deren Nichtrealisirung die Chemie, wenigstens zum Theil, unschuldig war und deren Realisirung man bei ruhiger Ueberlegung von der Blutanalyse überhaupt nicht erwarten konnte. So weit auch die für die Physiologie und Pathologie verwerthbaren Resultate der zahlreichen Blutanalysen hinter der Erwartung zurückgeblieben sind, so haben Physiologie und Pathologie daraus doch mancherlei Nutzen gezogen und werden auch fortan noch Nutzen ziehen können, wenn die gestellte Frage

überhaupt bei den vorhandenen Mitteln eine Beantwortung auf chemischem Wege zulässt.

Methoden der Blutanalyse.

Eine ausführliche Beschreibung der Methoden der Blutanalyse gehört in analytische Lehr- und Handbücher, auf welche wir hiermit verweisen. Die bekanntesten analytischen Methoden sind die von Becquerel und Rodier, von Scherer, von Figuier und Dumas, von C. Schmidt und von Hoppe-Seyler.

Wir beschränken uns in Nachstehendem auf die allgemeinen Gesichtspunkte, die den Einzelbestimmungen zu Grunde liegen.

Die Analyse des Blutes zerfällt gewöhnlich in die des Gesammtblutes und die des Serums; erstere wird mit dem defibrinirten Blute, letztere mit dem Serum vorgenommen, welches von dem Blutkuchen nach der Gerinnung des Blutes leicht abzugiessen ist. Die Bestimmung des Faserstoffs geschieht gewöhnlich durch Schlagen des Blutes mit einem Quirl oder Glasstabe, an welchen sich der Faserstoff anlegt. Das aus der Ader fliessende Blut wird in einem vorher tarirten Gefässe aufgefangen, nach der Abscheidung des Faserstoffs sammt diesem gewogen, durch Leinwand geseiht, der Faserstoff in einem Leinwandsäckchen mit Wasser ausgewaschen, durch Behandlung mit Alkohol und Aether weiter gereinigt, getrocknet und gewogen (Becquerel und Rodier, Hoppe-Seyler). Oder man lässt eine abgewogene Blutmenge in der Ruhe gerinnen und knetet den Blutkuchen, nach seiner völligen Contraction in Leinwand gebunden, zuerst für sich, später unter Wasser aus und verfährt im Uebrigen wie oben angegeben (Scherer).

Die Bestimmung des Wassergehaltes des defibrinirten Blutes und des Serums geschieht durch Abdampfen gewogener Mengen im Wasserbade und Trocknen des Rückstandes bei 120° bis 130° C. Den Gehalt des Serums an Albumin bestimmt man, indem eine abgewogene Menge desselben in kochendes Wasser unter Zusatz einiger Tröpfchen Essigsäure eingetragen, nach der vollständigen Abscheidung des Coagulums dieses auf ein Filter gebracht, mit Wasser, Alkohol und Aether gewaschen, getrocknet und gewogen wird.

Wird die vom coagulirten Albumin abfiltrirte Flüssigkeit abgedampft, bis 120° getrocknet und gewogen, so erfährt man den Gehalt des Serums an Extractivstoffen und Salzen. Glüht man diesen Rückstand, so erhält man das Gewicht der löslichen feuerbeständigen Salze.

Den Gesammtgehalt des Serums an anorganischen Salzen erfährt man durch Glühen des Rückstandes, welchen eine gewogene Menge Serums bei der Wasserbestimmung hinterlassen hatte. Zieht man die löslichen Salze des Serums vom Gesammtgehalt des Serums an Salzen ab, so erhält man als Differenz die Menge der unlöslichen Salze des Serums.

Zur Bestimmung endlich des Fettgehaltes des Serums verdampft man eine gewogene Menge desselben zur Trockne, pulvert den Rückstand, erschöpft ihn mit Aether, verdampft die ätherischen Auszüge und wägt den Rückstand.

In ähnlicher Weise bestimmt man den Fettgehalt des defibrinirten Blutes, indem man eine abgewogene Menge desselben zur Trockne eindampft, den gepulverten Rückstand mit Aether extrahirt und die ätherischen Auszüge verdunstet.

Durch Glühen des Abdampfungsrückstandes einer gewogenen Menge defibrinirten Blutes erhält man die feuerbeständigen Salze des Blutes, die nach den Regeln der analystischen Chemie weiter getrennt werden können.

Die Extractivstoffe des defibrinirten Blutes erhält man, indem man genau sowie bei der Bestimmung des Albumins des Serums eine gewogene Menge

Blut unter Zusatz eines Tröpfchens Essigsäure mittelst kochenden Wassers coagulirt, das Filtrat eindampft, trocknet und wägt.

Alle diese Bestimmungen lassen sich mit Genauigkeit ausführen und sind mehr oder weniger directe; anders verhält es sich aber mit den physiologisch gerade wichtigsten Blutbestandtheilen, nämlich den Blutkörperchen. Eine Methode, dieselben direct mit einiger Genauigkeit dem Gewichte nach zu bestimmen, fehlt noch.

Ein Versuch einer directen Bestimmung der Blutkörperchen ist von Figuier und Dumas gemacht. Er gründet sich auf die Eigenschaft der Blutkörperchen, bei der Filtration auf dem Filter zurückzubleiben, wenn man das Blut, gleich nach der Abscheidung des Faserstoffs durch Schlagen, mit concentrirter Glaubersalzlösung im Ueberschuss versetzt. Man bringt das defibrinirte, gewogene, mit Glaubersalzlösung (etwa dem 6fachen Volumen) versetzte Blut auf ein mit Glaubersalzlösung angefeuchtetes Filter, wäscht mit Glaubersalzlösung aus, löst die Blutkörperchen auf dem Filter in lauwarmem Wasser und bestimmt in dieser Lösung ihre coagulabeln Bestandtheile durch Aufkochen unter Zusatz von etwas Essigsäure, Abfiltriren, Waschen, Trocknen und Wägen des Coagulums. Abgesehen von der Schwierigkeit der Ausführung ist diese directe Bestimmung der Blutkörperchen nur eine scheinbare, da dieselben durch die Art ihrer Isolirung eines Theiles ihres Inhalts bereits beraubt sind, hinterher aber ebenfalls nur ihre coagulabeln Bestandtheile bestimmt werden.

Die Bestimmung der Blutkörperchen nach Becquerel und Rodier und nach Scherer ist eine geradezu indirecte. Scherer bestimmt die coagulabeln Bestandtheile des Blutes, also jene der Blutkörperchen und des Serums zusammen. Durch eine Formel ist aber die Menge des Albumins des Blutes aus dem Albumin des Serums zu berechnen; zieht man diese Zahl von der Zahl für das Gewicht der Blutkörperchen + Albumin ab, so erhält man als Rest das Gewicht der Blutkörperchen. Die angewandte Formel basirt aber auf der Vorstellung, dass die Blutkörperchen in einer Albuminsolution schwimmen und von derselben überall gleichmässig durchtränkt sind. Ist diese Voraussetzung richtig, so muss sich der Wassergehalt des Serums zum Albumingehalt des Blutes verhalten, wie der Wassergehalt des Serums zum Albumingehalt des Blutes. Diese Voraussetzung ist aber physiologisch nicht richtig, noch unrichtiger allerdings jene, der indirecten Bestimmungsweise der Blutkörperchen nach Becquerel und Rodier zu Grunde liegende, wornach alles Wasser des Blutes dem Serum zugerechnet wird. Die Differenz des Rückstandes des defibrinirten Blutes und des Serumrückstandes ist nach Becquerel und Rodier das Gewicht der trockenen Blutkörperchen.

Für die Physiologie und Pathologie wäre es zur Beurtheilung der Veränderungen des Blutes gleich wichtig, einen Ausdruck für das Verhältniss der feuchten Blutkörperchen, so wie wir sie im Blute annehmen müssen, zur Intercellularflüssigkeit oder dem Plasma zu gewinnen und dem Bestreben, diesem Postulate gerecht zu werden, verdanken wir die Methoden von C. Schmidt und von Hoppe-Seyler.

Die Methode von C. Schmidt fusst zunächst auf der Voraussetzung, dass die nach den älteren Methoden bestimmten trockenen Blutkörperchen in einem constanten Verhältnisse zu den feuchten, d. h. mit ihrem Wassergehalte gedachten, stehen müssen, da ja auch der Serumrückstand in einem constanten Verhältnisse zum Blutkuchenrückstand stehe. Dieses Verhältniss suchte Schmidt festzustellen und zwar 1) auf dem Wege mikrometrischer Messung der Volumensabnahme der Blutkörperchen beim Trocknen derselben, 2) durch das Volumverhältniss der Blutkörperchen und des Plasmas im contrahirten Blutkuchen an mikroskopischen

Querschnitten desselben, 3) durch die Vergleichung der in Blutkuchen und Serum ungleich vertheilten Mineralstoffe — und auf Grund dieser Bestimmungen gelangte er zu dem Coëfficienten = 4, als derjenigen Zahl, mit welcher die trockenen Blutkörperchen multiplicirt werden müssen, um die feuchten zu finden. Die trockenen Blutkörperchen aber bestimmt Schmidt auf indirecte Weise nach einem ähnlichen Principe wie Becquerel und Rodier. Zur Berechnung der trockenen Blutkörperchen werden als bekannte Grössen erfordert: Wassergehalt und Rückstand des Serums (auf gewöhnliche Weise bestimmt), Wassergehalt des Blutkuchens und Faserstoffgehalt des Blutes. Die Unbekannten sind das Gewicht der Blutkörperchen und das des Serumrückstandes des Blutkuchens. Ist a = Wassergehalt des Serums, b = Rückstand des Serums, a' = dem Wassergehalt des Blutkuchens, so ist $\frac{b \cdot a'}{a} = x$, d. h. dem Serumrückstande des Blutkuchens. Zieht man von diesem den anderweitig bestimmten Faserstoff, sowie das Serumäquivalent: den auf den Blutkuchen treffenden Antheil des Serumrückstandes ab, so ist die Differenz = dem Gewichte der trockenen Blutkörperchen, die mit 4, dem von Schmidt gefundenen Coëfficienten, multiplicirt, das Gewicht der feuchten Blutkörperchen geben.

Die Bestimmungen der Schmidt'schen Methode fallen in ihrer Ausführung mit jenen der Scherer'schen Methode zusammen. Die Blutanalyse nach Schmidt zerfällt 1) in die Bestimmung des Faserstoffs (durch Schlagen), 2) in die Analyse des Blutkuchens einer der Gerinnung überlassenen gewogenen Menge Blutes, 3) in die Analyse des vom Blutkuchen abgehobenen Serums, 4) in die Bestimmung des Gewichtes des Blutkuchens und des Serums, nachdem die Contraction des Blutkuchens ihr Maximum erreicht hat. Abgesehen von der Bestimmung oder besser Berechnung der feuchten Blutkörperchen liegt das Eigenthümliche der Schmidt'schen Methode darin, dass die einzelnen gefundenen Werthe nicht auf das Gesammtblut bezogen, sondern auf Blutkörperchen und Plasma gesondert repartirt werden. Dies setzt aber voraus, dass man die in einer gegebenen Menge Blut enthaltene Menge Serum kennt. Diese erfährt man, wenn man zu dem sich freiwillig abscheidenden Serum dasjenige addirt, welches dem Bultkuchen angehört.

Da nun aus der Analyse des Serums die diesem angehörigen Bestandtheile ihrem Gewichte nach bekannt sind und auch die dem Blutkuchen zukommenden Stoffe gesondert bestimmt sind, so lassen sich die Bestandtheile des Plasmas leicht berechnen und man erhält die Gewichtsmengen der den Blutkörperchen angehörenden Stoffe, wenn man von den dem Blutkuchen zukommenden Gewichtszahlen diejenigen abzieht, welche dem dazu gehörigen Serum angehören. (Bezüglich der näheren Details der ziemlich verwickelten Berechnung vergleiche meine Anleitung z. zoochem. Analyse. 2te Aufl. 1854, S. 275, wo dieselbe durch ein Beispiel erläutert ist. Die Zusammenstellung der Resultate erhellt aus dem weiter unten zu gebenden Schema.)

Die Schmidt'sche Methode ist als ein unleugbarer Fortschritt gegenüber den älteren zu betrachten, weil hier und zwar mit grossem Scharfsinn zum ersten Male der Versuch gemacht ist, die Analyse des Blutes physiologisch aufzufassen: allein die Richtigkeit des Coëfficienten 4, mit welcher die Methode gewissermaassen steht und fällt, ist namentlich von Sacharjin auf Grund seiner Beobachtungen bestritten, auch kann das Bedenken nicht verschwiegen werden, dass der Coëfficient ein wechselnder sein, oder dass mit anderen Worten der Wssergehalt der Blutkörperchen unter verschiedenen Lebensbedingungen auch ein verschiedener

sein könne, was insbesondere für pathologische Verhältnisse keine an und für sich unwahrscheinliche Annahme wäre.

Theoretisch vollkommen richtig ist das der Hoppe-Seyler'schen Methode der Bestimmung der feuchten Blutkörperchen und des Plasmas zu Grunde liegende Princip. Ist der Fibringehalt einer gewogenen Menge Blutes und ebenso der Fibringehalt einer gewogener Menge Plasmas bekannt, so ist leicht zu berechnen, wie gross das Gewicht des in einer gegebenen Menge Blutes enthaltenen Plasmas ist, da ja das Fibrin ausschliesslich dem Plasma angehört. Ist aber das Plasma für eine gewogene Menge Blut berechnet, so erhält man, wenn man dasselbe von dem Gesammtgewichte des Blutes abzieht, als Rest das Gewicht der feuchten Blutkörperchen.

Die Ausführbarkeit dieser Methode ist aber der Natur der Sache nach eine beschränkte; sie setzt nämlich ein Blut voraus, dessen Gerinnung so spät erfolgt, dass die Blutkörperchen inzwischen Zeit gehabt haben, sich so weit zu senken, dass eine 30 bis 50 C.C. betragende Plasmaschicht von dem Blutkörperchensedimente noch vor der Gerinnung klar abgehoben werden kann. Dies ist aber nur für das Pferdeblut und für menschliches Blut bei einigen Entzündungskrankheiten die Regel; zwar kann man durch Kälte (Stellen in Eis) und durch Zusatz einer 4procentigen Lösung von saurem phosphorsaurem Natron und zwar 2 Vol. auf 1 Vol. Blut (Masia) die Gerinnung verzögern und auf letztere Weise auch das Blut von anderen Thieren, z. B. von Hunden, nach der Hoppe-Seyler'schen Methode analysiren, aber immerhin wird durch die Voraussetzung die allgemeine Anwendbarkeit der im Principe unstreitig richtigsten Methode wesentlich beeinträchtigt. Ist die Voraussetzung aber realisirt, so bietet die Ausführung keine Schwierigkeit.

In einer Partie Blutes wird durch Schlagen das Fibrin bestimmt, in einer abgehobenen Partie Plasma ebenfalls der Faserstoff durch Schlagen u. s. w. und eine dritte Partie Blut kann man freiwillig gerinnen lassen und das klar abgegossene Serum zur Bestimmung der Serumstoffe verwenden. Dies geschieht in der gewöhnlichen Weise, oder es wird das Albumin mittelst des Mitscherlich'schen oder Ventzke'schen Polarisationsapparates bestimmt. Da die specif. Drehung des Serumalbumins bekannt ist: — 56°, so erhält man, wenn a die beobachtete Drehung und l die Länge des Beobachtungsrohres, den Gehalt des Serums an Albumin durch die Formel: $\frac{a}{-56^0 . l}$ in Grammes für 1 C.C. Serum.

Da Plasma = Serum + Fibrin ist, so kann man durch Combination der Analyse des Serums und der Bestimmung des Fibrins im Plasma leicht die ganze Zusammensetzung des Plasma berechnen, überhaupt alle gefundenen Bestandtheile auf Plasma und Blutkörperchen repartiren.

Zur Bestimmung des Hämoglobins und des Hämatins hat Hoppe-Seyler verschiedene Methoden ersonnen.

Das Hämoglobin bestimmt er 1) durch Wägung des Eisenoxyds der Asche einer gewogenen Menge Blut, was unter der Voraussetzung zulässig ist, dass der Eisengehalt des Hämoglobins: 0,42 Proc. Eisen richtig bestimmt und alles Eisen den Blutkörperchen zugehörig ist; 2) durch die Intensität der Färbung nach Verdünnung des Blutes mit Wasser. Hier kann man wieder zwei Wege einschlagen, indem man entweder das mit Wasser verdünnte Blut mit einer reinen Hämoglobinlösung von bekanntem Gehalte in gleicher Dicke der Schicht vergleicht, oder das Hämoglobin im Blute durch Behandlung mit Essigsäure und dann mit Natronlauge in Hämatin und Globulin zerlegt und nun nach Verdünnung mit Wasser mit einer alkalischen Lösung von Häminkrystallen von bekanntem Gehalt in gleicher Mächtigkeit der Schicht vergleicht.

Ueber die Ausführung dieser Methoden, die dazu nöthigen Apparate, sowie über andere Vorschläge zur Bestimmung der feuchten Blutkörperchen durch ihren Gehalt an Hämoglobin und Albuminstoffen und durch die Farbe des verdünnten Blutes. Vergl. Hoppe-Seyler: Handb. der physiol. und pathol. chemischen Analyse. 2te Aufl. Berlin 1865.

Andere Vorschläge zur Bestimmung der feuchten Blutkörperchen und ihres Verhältnisses zum Plasma, wie z. B. der, die Blutkörperchen durch Zählung zu bestimmen, gehören ihrer Natur nach nicht in das Gebiet der Chemie, daher wir sie übergehen.

Bezüglich der Blutanalyse überhaupt verweisen wir noch auf Folgendes:

Sacharjin: Zur Blutlehre. Arch. f. path. Anat. XXI, 337. — Flint: On the organic nitrogenized principles of the body with a new method for their estimation in the blood. Americ. journ. of the med. scienc. 1863. XLVI, 330. — Weikart: Die Raumcontrole der C. Schmidt'schen Blutanalyse. Zeitschr. f. analyt. Chem. III, 76. — C. Schmidt: Dr. Hermann Weikart u. die Raumcontrole etc. ebenda III, 284. — Masia: Zur quant. Anal. des Blutes. Arch. f. path. Anat. XXXIV, 436. — C. Schmidt: Charakteristik d. epid. Cholera etc. Dorpat 1850. — Denis de Commercy: Mémoire sur le sang. Paris 1859.

Quantitative Zusammensetzung des gesunden menschlichen venösen Blutes.

So zahlreiche Untersuchungen auch über die quantitative Zusammensetzung des normalen menschlichen Blutes und des Blutes in Krankheiten angestellt sind, so kann man die gewonnenen Resultate doch nur mit grosser Vorsicht verwerthen; man hat sich nämlich immer daran zu erinnern, einerseits, dass die Methoden mit gewissen nicht unbedeutenden Fehlerquellen behaftet sind und anderseits, dass die Zusammensetzung des Blutes selbst unter normalen Bedingungen einem raschen Wechsel unterworfen sein kann und thatsächlich in verschiedenen Gefässbezirken eine verschiedene ist. Alle Zahlen können daher nur als mehr oder weniger approximativer Ausdruck für die Zusammensetzung des Blutes unter gegebenen Verhältnissen betrachtet werden und dies bezieht sich, was ausdrücklich hervorgehoben werden muss, nicht nur allein auf die mittleren, sondern auch auf die Maximal- und Minimalwerthe.

Nach den Untersuchungen A. Otto's, unter Scherer's Leitung angestellt, enthalten:

1000 Theile normalen venösen Blutes:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	806,8	769,7	760,64
Feste Stoffe	200,3	193,2	209,36
Fibrin	2,6	1,4	1,98
Albumin	71,5	63,3	68,16
Hämatoglobulin (trockene Blutkörperchen)	146,2	106,8	126,30
Lösliche Salze	10,3	5,0	8,26
Extractivstoffe	6,6	3,1	4,88

1000 Theile Serum enthalten:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	910,5	903,6	960,60
Feste Stoffe	96,4	89,5	93,40
Albumin	80,3	75,2	77,62
Lösliche Salze	11,6	6,5	9,45
Extractivstoffe	5,5	4,5	5,15

Nach Becquerel und Rodier enthalten 1000 Thle. normalen Blutes:

A. Bei Männern:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	800	760	779,90
Feste Stoffe	240	200	221,10
Fibrin	3,5	1,5	2,20
Albumin	73,0	62,0	69,40
Trockne Blutkörperchen	152,0	131,0	141,10
Extractivstoffe und lösliche Salze	8,0	5,0	6,80
Fette	3,3	1,0	1,60

B. Bei Frauen:

	Maximum	Minimum	Medium
Wasser	813	773	791,10
Feste Stoffe	227	187	208,90
Faserstoff	2,5	1,8	2,20
Albumin	75,5	65	70,50
Blutkörperchen	137,5	113	127,20
Extractivstoffe	8,5	6,2	7,40
Fette	2,8	1,0	1,90
			1000,00

C. Schmidt fand nach seiner Methode folgende Zusammensetzung.

25jähriger Mann:

1000 Theile Blut enthalten

513,04 Grm. Blutzellen		486,96 Grm. Plasma	
Wasser	349,71	Wasser	439,00
Feste Stoffe	163,33	Feste Stoffe	47,96
Hämatin (eisenhaltig)	7,38	Fibrin	3,93
Globulin	152,21	Albumin und Extractivstoffe	39,89
Anorganische Salze	3,74	Anorganische Salze	4,14
Chlorkalium	1,887	Chlorkalium	0,175
Schwefelsaures Kali	0,068	Schwefelsaures Kali	0,137
Phosphorsaures Kali	1,202	Chlornatrium	2,701
Phosphorsaures Natron	0,325	Phosphorsaures Natron	0,132
Natron	0,175	Natron	0,746
Phosphorsauren Kalk	0,048	Phosphorsauren Kalk	0,145
Phosphorsaure Bittererde	0,031	Phosphorsaure Bittererde	0,106

1000 Grm. Blutzellen		1000 Grm. Plasma	
Wasser	681,63	Wasser	901,51
Feste Stoffe	318,37	Feste Stoffe	98,49
Hämatin	15,02	Fibrin	8,06
Globulin	296,07	Albumin und Extractivstoffe	81,92
Anorganische Salze	7,28	Anorganische Salze	8,51
Chlorkalium	3,679	Chlorkalium	0,359
Schwefelsaures Kali	0,132	Chlornatrium	5,546
Phosphorsaures Kali	2,343	Schwefelsaures Kali	0,281
Phosphorsaures Natron	0,633	Phosphorsaures Natron	0,271
Natron	0,134	Natron	1,532
Phosphorsauren Kalk	0,094	Phosphorsauren Kalk	0,298
Phosphorsaure Bittererde	0,060	Phosphorsaure Bittererde	0,218

30jähriges Weib:

1000 Grm. Blut enthalten:

396,24 Grm. Blutzellen		603,76 Grm. Plasma	
Wasser	272,56	Wasser	551,99
Feste Stoffe	123,68	Feste Stoffe	51,77
Hämatin incl. Eisen	6,99	Fibrin	1,91
Globulin	113,14	Albumin etc.	44,79
Anorganische Salze	3,55	Anorganische Salze	5,07
Schwefelsaures Kali	0,062	Schwefelsaures Kali	0,131
Chlorkalium	1,353	Chlorkalium	0,270
Phosphorsaures Kali	0,835	Chlornatrium	3,417
Kali	0,340	Phosphorsaures Natron	0,267
Natron	0,874	Natron	0,648
Phosphorsaure Kalkerde, „ „ Bittererde	0,086	Phosphorsaure Kalkerde, „ „ Bittererde	0,332

1000 Grm. Blutzellen		1000 Grm. Plasma	
Wasser	687,88	Wasser	914,25
Feste Stoffe	312,12	Feste Stoffe	85,75
Hämatin	18,48	Fibrin	3,16
Globulin	284,68	Albumin etc.	74,20
Anorganische Salze	8,96	Anorganische Salze	8,39
Schwefelsaures Kali	0,157	Schwefelsaures Kali	0,217
Chlorkalium	3,414	Chlorkalium	0,447
Phosphorsaures Kali	2,108	Chlornatrium	5,659
Kali	0,857	Phosphorsaures Natron	0,443
Natron	2,205	Natron	1,074
Phosphorsaure Kalkerde, „ „ Bittererde	0,218	Phosphorsaure Kalkerde, „ „ Bittererde	0,550

Bei der Analyse des Pferdeblutes nach seiner Methode erhielt F. Hoppe folgende Zahlen:

In 1000 Theilen Gesammtblut waren enthalten:

Plasma	673,8
Blutkörperchen	326,2

In 1000 Theilen Blutkörperchen:

Wasser	565,0
Feste Stoffe	435,0

In 1000 Theilen Plasma:

Wasser	908,4
Feste Stoffe	91,6
Faserstoff	10,1
Albumin	77,6
Fette	1,2
Extractivstoffe . . .	4,0
Lösliche Salze . . .	6,4
Unlösliche Salze . .	1,7

Diesen Analysen zufolge beträgt der Wassergehalt des Blutes in Procenten ausgedrückt etwa 79 Proc., der Gehalt an festen Stoffen 21 Proc. Die übrigen Verhältnisse ergeben sich aus der Betrachtung der Analysen von selbst. Aus den Berechnungen von C. Schmidt würde sich ergeben, dass der Wassergehalt der Blutkörperchen um ein Bedeutendes geringer wäre, wie der Wassergehalt des Plasmas, denn während letzteres nur etwa 9,7 Proc. fester Stoffe erhielte, betrüge der Gehalt an festen Stoffen bei den Blutkörperchen 31,2 Proc., wovon 1,7 Proc. auf Hämatin, 28,2 Proc. auf Globulin und Hüllenmembran und das Uebrige auf Fette, Extractivstoffe und unorganische Salze käme. Von grossem Interesse erscheint nach den Analysen von C. Schmidt die ungleiche Vertheilung der anorganischen Bestandtheile in Blutkörperchen und Plasma. Abgesehen von dem Eisen, welches den Blutkörperchen ausschliesslich zukommt, ist im Plasma etwa dreimal so viel Chlor enthalten wie in den Blutkörperchen, ebenso wiegt in ersterem der Gehalt an Schwefelsäure vor, dagegen aber tritt bei den Blutkörperchen der Gehalt an Phosphorsäure und an Kali so sehr in den Vordergrund, dass auf 1,134 an Alkalien gebundener Phosphorsäure in den Blutkörperchen nur 0,191 im Plasma kommen; auf 3,328 Kalium in den Blutkörperchen kommen 0,323 Kalium im Plasma, also eine zehnfach geringere Menge, während der Natriumgehalt des Plasmas ungefähr dreimal so gross ist, wie jener der Blutkörperchen. Die phosphorsauren Erden endlich gehören ebenfalls vorwiegend dem Plasma an.

Obgleich wir kaum nöthig haben, wiederholt darauf hinzuweisen, wie alle diese Zahlen nur approximative Geltung beanspruchen können, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass sie im Ganzen und Grossen einen Ausdruck für die thatsächlich verschiedene Vertheilung der Mineralstoffe in Blutkörperchen und Plasma geben, der sich von der Wahrheit nicht so sehr entfernt, dass dadurch die Hauptzüge des Bildes entstellt würden.

Gasgehalt des Blutes und quantitative Zusammensetzung der Blutgase.

Gasgehalt des Blutes.

Nachdem ein Gehalt des Blutes an Gasen bald angenommen, bald geleugnet worden war, zeigte Magnus (1837) zuerst mit Sicherheit, dass

das Blut Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlensäure absorbirt enthält, welche Gase sich durch Verminderung des Druckes, oder Durchleiten eines Gasstromes daraus verdrängen lassen. Nächst Magnus haben sich in neuerer Zeit L. Meyer (unter Bunsen's Leitung), J. Setschenow, Schöffer, Preyer, Sczcelkow, Nawrocki, Pflüger und St. Pierre u. Estor mit der Analyse der Blutgase beschäftigt; bei der Vollkommenheit der gasometrischen Methoden durfte man Zahlen erwarten, welche einen sehr annähernd wahren Ausdruck für die wirklichen Verhältnisse geben würden, allein leider haben neuere Beobachtungen ergeben, dass alle Methoden, um das Blut vollkommen gasfrei zu machen, somit alles im Blute enthaltene Gas und dadurch einen wahren Ausdruck für den Gesammtgehalt des Blutes an Gasen zu gewinnen, zu einer Zersetzung des Blutes und zu einer fortdauernden Sauerstoffconsumtion und Kohlensäurebildung führen und es haben daher die verschiedenen Beobachter in dieser Beziehung sehr wenig übereinstimmende Zahlen erhalten. Auch muss hervorgehoben werden, dass die meisten Versuche nicht mit Menschenblut, sondern mit arteriellem Blute verschiedener Säugethiere angestellt wurden, so dass sie nur mit grosser Vorsicht zu Schlüssen in der Physiologie des Menschen verwerthet werden dürfen.

Magnus trieb die Gase des Blutes durch Auspumpen unter dem Recipienten der Luftpumpe aus und fing sie über Quecksilber auf, oder er trieb die Gase durch Schütteln mit anderen Gasen aus.

Lothar Meyer kochte mit dem zehnfachen Volumen Wasser verdünntes, unter Abschluss der Luft gesammeltes Blut, zuerst im luftverdünnten Raume bei sehr niederem Hitzegrade aus und bezeichnete die so gewonnenen Gase als freie. Das so behandelte Blut wurde hierauf nach Zusatz einiger Weinsäurekrystalle abermals unter dem Recipienten ausgekocht und das so gewonnene Gas als gebundenes aufgeführt. Endlich wurde in einer Versuchsreihe das Blut auch gleich anfangs mit Weinsäure versetzt.

Setschenow fand, dass bei der von L. Meyer und Fernet angewandten Methode das Blut gasfrei zu machen, dasselbe noch keinesfalls wirklich gasfrei ist und dass namentlich das Aufhören des grossblasigen Schäumens kein sicheres Merkmal dafür abgiebt. Setschenow setzte das Auspumpen so lange fort, bis das Blut in einer Schicht von 2 bis 3 Centimeter Dicke eine vollständig schwarze Farbe angenommen hatte und benutzte einen eigenthümlichen Apparat zur Aufsammlung der Gase.

Nach denselben oder ähnlichen Methoden arbeiteten Preyer, Schöffer, Nawrocki und Szcelkow.

Pflüger dagegen leitete die Blutgase nicht wie seine Vorgänger in das mit Wasserdampf erfüllte Vacuum, sondern in das trockene mittelst einer eigens construirten Quecksilberpumpe, wobei er fand, dass alle Gase des Blutes in das trockene Vacuum vollständig entweichen, so dass

namentlich auch Säuren keine Kohlensäure aus dem entgasten Blute mehr auszutreiben vermögen. Wurde aber zu dem völlig entgasten Blute eine verdünnte Lösung von einfach kohlensaurem Natron gebracht, so fand neuerdings Kohlensäureentwickelung statt, da nun durch die Zersetzung des Hämoglobins Säuren frei geworden waren, welche die Kohlensäure aus Carbonaten austreiben können.

Unter diesen Umständen verlieren alle bisherigen Angaben über das Verhältniss der im Blute chemisch gebundenen und der einfach diffundirten Kohlensäure ihren Werth und beschränken wir uns daher auch darauf, hier nur einige Analysen der Blutgase anzuführen, um das Verhältniss der Bestandtheile derselben überhaupt zu erläutern.

Wir stellen in Nachstehendem Analysen des arteriellen Hunde- und des arteriellen und venösen Hammelblutes mit der Bemerkung tabellarisch zusammen, dass die für das Hundeblut gegebenen Zahlen das Mittel aus 10 von Setschenow, Schöffer und Sczelkow ausgeführten Analysen, die beim Hammelblute angegebenen das Mittel je zweier Analysen von Nawrocki sind:

	100 Vol. arterielles Hundeblut	100 Vol. Hammelblut	
		arterielles	venöses
Kohlensäure	29,63	34,30	34,50
Sauerstoff	14,65	8.13	4,13
Stickstoff	1,61	1,36	2,53
Gesammtes Gas	45,89	43,79	41,16

Nawrocki fand in 100 Vol. Carotidenblut vom Hunde:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kohlensäure	22,49	26,44	21,17	25,66	29,90	34,66
Sauerstoff	8,87	8,10	7,45	15,82	9,88	7,72
Stickstoff	1,01	1,20	1,33	1,53	1,54	1,97
Gesammtes Gas . .	32,37	35,74	29,95	43,01	41,32	44,35

In beiden Tabellen beziehen sich die Gasvolumina auf 1 Meter Druck und eine Temperatur von 0°.

Aus obigen Tabellen ergiebt sich, dass der Gesammtgasgehalt des Blutes nahezu die Hälfte des Blutvolumens beträgt und unter den

Gasen ist die Kohlensäure vorwiegend. Aus den Nawrocki'schen Analysen und den in der ersten Tabelle für arterielles Hundeblut angegebenen Zahlen berechnet sich als Mittel für die Kohlensäure des Hundeblutes 27,1 Vol. p. Ct. Der Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff dagegen zeigt sehr beträchtliche Schwankungen, wie es denn überhaupt von vornherein nicht anders erwartet werden kann, als dass der Gehalt des Blutes an Gasen zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen ein sehr wechselnder sein wird. Aus den vergleichenden Analysen des Hunde- und Hammelblutes ergiebt sich ferner, dass das Hammelblut mehr Kohlensäure und weniger Sauerstoff enthält wie das Hundeblut und dass das arterielle Hammelblut nahezu noch einmal so viel Sauerstoff enthält wie das venöse.

Berechnen wir, welche Volumensmenge der einzelnen Gase in 100 Vol. der Blutgase von Hunden und Hammeln enthalten sind, so finden wir die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Zahlen.

100 Vol. Blutgase	Arterielles Hundeblut	Hammelblut	
		arterielles	venöses
Kohlensäure	64,6	78,4	83,8
Sauerstoff	31,9	18,5	10,0
Stickstoff	3,5	3,1	6,2

Setschenow hat auch die Blutgase erstickter Thiere untersucht und gefunden, dass in dem Zeitpunkt der Erstickung, in welchem sich die Reflexe vom Nervus quintus aus bereits verloren haben, Athembewegung und Herzschläge aber noch bestehen, das Blut keinen durch Kochen und Auspumpen abscheidbaren Sauerstoff mehr enthalte. Dies zusammengehalten mit der Beobachtung W. Müllers (vgl. S. 57), dass zu dieser Periode auch aller Sauerstoff aus der Lungenluft entfernt ist, giebt einen weiteren Beleg für die energischen Affinitäten des lebenden Thieres zum Sauerstoff.

In vier Versuchen gaben 100 Vol. Carotidenblut von erstickten Hunden:

Versuchsnummer	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure
1	1,161	4,728	37,534
2	Spuren	1,399	31,298
3	Spuren	1,181	42,163
4	Spuren	1,955	40,648

Es ergiebt sich aus den Versuchen von Setschenow, dass der Sauerstoff im arteriellen Blute erstickter Thiere nahezu verschwindet, während die Mengen der übrigen Gase keine Abweichungen zeigen.

Quantitative Zusammensetzung der Blutasche.

Zusammensetzung der Blutasche

Die Blutasche, d. h. der beim Verbrennen des Blutes und der Blutkohle bleibende Rückstand, ist vielfach analysirt worden, allein nicht immer nach fehlerfreien Methoden. Wir stellen unten die nach exacteren Methoden ausgeführten Aschenanalysen zusammen.

von Pflanzenfressern,

Bestandtheile in 100 Thln. der Asche:	Ochsenblut				Schafblut		Kalbsblut	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Chlornatrium . .	46,66	59,12	53,71	51,19	57,11	50,62	50,19	59,53
Natron	31,90	13,00	14,40	12,41	13,33	13,40	10,39	10,40
Kali	7,00	5,60	8,76	7,62	5,29	7,93	11,74	9,81
Kalk	0,73	0,85	.70	1,56	1,00	1,10	1,85	1,60
Bittererde . . .	0,24	0,47	0,59	1,02	0,30	0,82	1,15	1,19
Eisenoxyd	7,03	9,00	8,80	10,58	8,70	9,17	8,16	7,80
Phosphorsäure . .	4,17	5,06	4,64	5,66	5,21	4.99	8,36	6.73
Schwefelsäure . .	1,16	1,25	1,16	5,16	1,65	1,91	1,34	1,21
Kieselsäure	1,11	—	—	2,81	—	—	—	—
Kohlensäure . . .	—	6,57	6,49	1,99	7,09	6,35	3,77	3,57

I. von Weber nach Rose's Methode, II. und III. von Verdeil, IV. von Stölzel nach Strecker's Methode, V., VI., VII. u. VIII. von Verdeil ausgeführt.

von Fleischfressern und körnerfressenden Thieren.

Bestandtheile in 100 Thln. der Asche:	Schweinsblut		Hundeblut		Menschenblut		Hühnerblut
	I.	II.	III	IV.	V.	VI.	VII.
Chlornatrium . .	41,31	49,51	49,85	50,98	61,99	55,63	39,73
Natron	7,62	5,33	5,78	2,02	2,03	6,27	8,93
Kali	22,21	18,54	15,16	19,16	12,70	11,24	18,41
Kalk	1,20	1,90	0,10	0,70	1,68	1,85	1,08
Bittererde	1,21	0,97	0,67	4,38	0,99	1,26	0,22
Eisenoxyd	9,10	9,50	12,75	8,65	8,06	8,68	3,89
Phosphorsäure . .	12,29	12,75	13,96	11,69	9,36	11.10	26,62
Schwefelsäure . . .	1,74	1,34	1,71	1,08	1.70	1,64	1,19
Kieselsäure	—	—	—	—	—	—	—
Kohlensäure . . .	0,69	0,36	0,53	0,37	1,43	0,95	—

I., II., III., IV., V. und VI. von Verdeil ausgeführt, VII. von Henneberg ausgeführt. III. nach 18tägiger Fleischnahrung, IV. nach 20tägiger Fütterung mit Brot und Kartoffeln, V. Mann von 45 Jahren an Verdauungsschwäche leidend, VI. Mädchen von 22 Jahren, vollblütig.

Weber hat die Asche des Serums, getrennt von der Asche des Blutkuchens von Pferdeblut analysirt und Roser die Asche des durch Erhitzen coagulirten und hierauf ausgewaschenen Blutcoagulums. Die erhaltenen Zahlen waren folgende:

Asche des Blutserums und Blutkuchens.

Bestandtheile in 100 Thln. Asche	Serum (Weber)	Blutkuchen (Weber)	Coagulirtes Blut (Roser)
Chlornatrium	72,88	17,36	—
Chlorkalium	—	29,87	—
Kali	2,95	22,36	0,84
Natron	12,93	3,55	16,16
Kalk	2,28	2,58	9,63
Bittererde	0,27	0,53	2,52
Eisenoxyd	0,26	10,43	52,81
Phosphorsäure	1,73	10,64	9,01
Schwefelsäure	2,10	0,09	6,58
Kohlensäure	4,40	2,17	—
Kieselerde	0,20	0,42	2,01

Das Serum gab 0,75 Proc. Asche, oder 8,34 Proc. vom festen Rückstand des Serums, der Blutkuchen 2,68 Proc. des bei 100° C. getrockneten Blutkuchens. Das ausgewaschene Blutcoagulum gab 0,43 bis 1,38 Proc. Asche.

Die aus allen diesen Analysen sich ergebenden Schlüsse sind von physiologischem Interesse. Vor Allem zeigen sie, dass die Blutasche eines und desselben Thieres in ihrer Zusammensetzung erhebliche Verschiedenheiten zeigen kann, dass aber letztere vorzugsweise durch die Art der Nahrung in constanter Weise beeinflusst werden; die Blutasche der grasfressenden Thiere ist durchweg reicher an Kohlensäure, dagegen ansehnlich ärmer an Phosphorsäure, wie die Blutasche der fleisch- und körnerfressenden Thiere, während die Blutasche der Omnivoren hinsichtlich des Gehaltes an Phosphorsäure in der Mitte zwischen beiden steht. Wir haben auf die von Liebig so treffend erläuterte physiologische Bedeutung dieser Thatsache bereits im zweiten Abschnitt S. 88 und 98 hingewiesen. Die für den Chlornatriumgehalt des Blutes gefundenen Zahlen zeigen bedeutende Differenzen. Zum Theil mögen die Abweichungen durch die Art der Einäscherung bedingt sein, doch ist auch in den nach dem nämlichen Verfahren dargestellten Blutaschen der Chlorgehalt so wechselnd,

dass ein verschiedener Gehalt an Kochsalz angenommen werden muss. Endlich ist noch zu erwähnen, dass Weber in seiner Analyse des Ochsenblutes Nr. I. 31,90 Proc. Natron neben 46,66 Proc. Kochsalz fand, für welches Natron keine entsprechende Menge von Säure gefunden wurde, was auf einem Fehler der Methode beruhen muss, da man unmöglich wasser- und kohlensäurefreies Natron in der Blutasche annehmen kann.

Die von Weber ausgeführte Analyse der Asche des Serums und Blutkuchens eines und desselben Blutes bestätigt die von C. Schmidt nachgewiesene ungleiche Vertheilung der Aschenbestandtheile in Plasma und Blutkörperchen in fast allen Punkten. Sie constatirt, dass das Kochsalz, die Natronsalze und die Schwefelsäure vorzugsweise dem Serum, die Kalisalze dagegen und die Phosphorsäure vorzugsweise den Blutkörperchen angehören.

Millon hat angegeben, dass wenn man Menschenblut durch Einleiten von Chlorgas coagulire, die Lösung abfiltrire, eindampfe, glühe und mit Wasser auslauge, man einen unlöslichen Rückstand erhalte, der in 100 Thln. 1 bis 5 Thle. Blei, 0,5 bis 2,5 Thle. Kupfer und 10 bis 24 Thle. Mangan enthalte. Burin de Buisson fand dagegen im Blute des Menschen weder Blei noch Kupfer, dagegen in 1000 Thln. Blutes 0,06 Manganoxyd. Malaguti, Durocher und Sarzeaud wollen sogar Silber im Ochsenblute nachgewiesen haben. Spuren von Lithion fand mittelst des Spectralapparates Folwarczny im Blute.

Alle diese Angaben sind mit Vorsicht aufzunehmen, und es müssen ausser Mangan die obengenannten Metalle, wofern sie überhaupt gefunden wurden, als zufällige Bestandtheile des Blutes angesehen werden.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke.

Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässe und Gefässbezirke.

Ueber die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässe und Gefässbezirke sind mehrere und zum Theil sehr wichtige Untersuchungen angestellt, allein es können die Resultate derselben physiologisch nur zum Theil verwerthet werden und bieten manches principiell Schwankende dar. Vor Allem beziehen sich die angestellten Versuche meist auf Blut von Thieren, es ist daher die einfache Uebertragung der gefundenen Verhältnisse auf jene des Menschenbluts schon an und für sich nicht ganz unbedenklich; dann aber müssten, um festzustellen, ob die gefundenen Abweichungen in der Zusammensetzung in der That abhängig sind von den Gefässen, Gefässbezirken u. s. w. alle übrigen Bedingungen, die auf die Blutzusammensetzung Einfluss üben, gleich gemacht werden können, oder es müsste das Mittel so zahlreicher Analysen verglichen werden, dass die Annahme wahrscheinlich würde, es sei die jeder Blutart unwesentliche Eigenthümlichkeit durch gegenseitige Compensation eliminirt worden. Diese Postulate sind aber durch die vorhandenen Beobachtungen keineswegs alle erfüllt, wie denn auch

das Bedenken kein leicht zu beseitigendes ist, dass die Mischung von Plasma und Blutkörperchen in ein und demselben Gefässe in sehr kurz aufeinander folgenden Zeiten sich merklich ändern könne. Nach den Strömungsverhältnissen des Blutes und den gegebenen Widerständen muss es sich oft genug ereignen, dass das aus einer beliebigen Arterie ausgegangene und dort gleichmässig gemengte Blutvolum in den Venen ungleichmässig gemischt anlangt, indem je nach der Geschwindigkeit des Stromes dasselbe bald reicher, bald ärmer an Blutkörperchen sein wird: woraus folgt, dass die zu denselben Zeiten an verschiedenen Orten, oder zu verschiedenen Zeiten an demselben Orte aufgefangenen Blutmengen von sehr verschiedener Zusammensetzung gefunden werden können, ohne dass irgend welche chemische Alteration mit dem Plasma oder den Blutkörperchen vorgegangen ist. Die Erfahrung, dass verschiedene Portionen an ein und demselben Ort unmittelbar hinter einander gelassenen Blutes (Aderlassblut) ungleich zusammengesetzt sind, giebt den erörterten Bedenken Gewicht (Ludwig).

Was über die Differenzen der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke vorliegt, ist folgendes:

A. Arterielles und venöses Blut.

Arterien- und Venenblut.

Die angestellten vergleichenden Untersuchungen beziehen sich meist auf das Blut von Pferden und Hunden, nur wenige auf das des Menschen, ferner zunächst auf das Blut der Art. Carotis und der V. jugularis.

Die Differenzen des Gesammtblutes, sowie sie sich aus den Untersuchungen von Nasse, Lehmann und Wiss ergeben haben, lassen sich übersichtlich in nachstehender Weise tabellarisch zusammenfassen.

Physikalische Charaktere und chemische Bestandtheile	Arterienblut	Venenblut
Temperatur	etwa um 1° C. höher	niedriger
Farbe	heller und nicht dichroitisch	dunkler und dichroitisch
Gasgehalt	relativ mehr Sauerstoff	relativ mehr Kohlensäure
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	mehr	weniger
Blutkörperchen	weniger	mehr
Albumin	keine constante Differenz	keine constante Differenz
Fette	desgleichen	desgleichen
Extractivstoffe	mehr	weniger
Harnstoff	weniger	mehr
Salze	mehr	weniger
Zucker	mehr	weniger

Die Differenzen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen und des Plasmas sind bei arteriellem und venösem Blute nach Lehmann's Angabe folgende:

Bestandtheile	Blutkörperchen des	
	arteriellen	venösen Blutes
Wasser	mehr	weniger
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Fette	weniger	mehr
Salze	mehr	weniger

Bestandtheile	Plasma des	
	arteriellen	venösen Blutes
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	mehr	weniger
Albumin	relativ weniger	relativ mehr
Fette	absolut weniger	absolut mehr
Extractivstoffe	absolut weniger	absolut mehr

Es muss jedoch ausdrücklich und wiederholt erwähnt werden, dass diese Angaben nicht durchweg als festgestellt zu betrachten sind und dass sie sich zumeist nur als Gesammtmittel aller Beobachtungen, wobei den Vergleichungen Carotiden- und Jugularvenenblut zu Grunde gelegt wurde, betrachten lassen und dass endlich bei der Untersuchung des Blutes der Vena abdomin. extern., digitalis und cephalica vielfach abweichende Resultate erhalten wurden.

Die Volumenseinheit des Jugularvenenblutes giebt mit Wasser vermischt eine tiefer rothe Farbe als die Volumenseinheit des Carotidenblutes mit derselben Wassermenge. Dieser Unterschied besteht auch dann noch, wenn das venöse Blut durch Schütteln vorher hellroth gemacht wurde. Heidenheim schliesst daraus auf einen grossen Gehalt des venösen Blutes an Blutkörperchen, was demnach das auf chemischem Wege gewonnene Resultat bestätigen würde.

B. Pfortader- und Jugularvenenblut.

Auch hier stellen wir der bessern Uebersicht halber die Angaben Lehmann's tabellarisch zusammen.

Pfortader- und Jugularvenenblut.

Bestandtheile	Pfortaderblut	Jugularvenenblut
Wasser	mehr	weniger
Fibrin	weniger	mehr
Blutkörperchen	weniger	mehr
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Albumin	weniger	mehr
Fette im Allgemeinen . .	mehr	weniger
Fette des Serums	mehr	weniger
Extractivstoffe	mehr	weniger
Salze des Serums	mehr	weniger

Die Blutkörperchen des Pfortaderblutes erscheinen unter dem Mikroskop oft fleckig, verzerrt und zackig, sind reicher an Hämatin und ärmer an Hämoglobin, enthalten aber doppelt so viel Fett, wie die Körperchen des Jugularvenenblutes (Lehmann).

C. Pfortader- und Lebervenenblut.

Pfortader- und Lebervenenblut.

Die Vergleichung des Pfortader- und des Lebervenenblutes bezüglich seiner Zusammensetzung ergiebt physiologisch sehr interessante Verschiedenheiten, die durch sehr umsichtige Untersuchungen verschiedener Beobachter als festgestellt zu betrachten sind. Das Interesse, welches sich an diese Differenzen knüpft, ist deshalb ein sehr grosses, weil sie beweisen, dass das durch die Pfortader in die Leber gelangende Blut hier sehr wesentliche Zusammensetzungsveränderungen erfährt, die wir auf die Funktion der Leber als gallenbereitendes Organ zurückführen müssen. In der That, wenn wir sehen, dass das durch die Lebervenen aus der Leber strömende Blut nicht nur allein ein ganz geändertes Verhältniss der einzelnen Blutbestandtheile zeigt, sondern auch Stoffe enthält, welche dem Pfortaderblut so gut wie vollständig mangeln, während anderseits Stoffe, welche dem Lebervenenblut mangeln, im Pfortaderblute angetroffen werden, so können wir den Grund dieser Erscheinung nur in einer chemischen Thätigkeit der Leber suchen, der zufolge in diesem Organe sehr wesentliche Umsetzungen des Blutes stattfinden. Welcher Art diese chemische Thätigkeit der Leber möglicherweise ist, ha-

ben wir bei Gelegenheit der Besprechung der Bildung der Gallensäuren bereits S. 178 erörtert.

Wir geben hier, der Wichtigkeit des Gegenstandes und der Prägnanz der erhaltenen Resultate halber, die von Lehmann und Schmidt erhaltenen Zahlen selbst und werden dann die Resultate tabellarisch und allgemein ausgedrückt zusammenfassen.

Bestandtheile für 1000 Theile Blutserum:	Pferd, 5 Stunden nach der Fütterung getödtet		Pferd, 10 Stunden nach der Fütterung getödtet	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Wasser	922,6	893,0	921,7	894,2
Albumin	62,0	74,7	60,1	77,0
Extractivstoffe u. Fett	7,6	25,3	9,8	20,0
Salze	7,8	7,0	8,3	8,8

Bestandtheile für 100 Theile Serumrückstand:	Pferd, 5 Stunden nach der Fütterung getödtet		Pferd, 10 Stunden nach der Fütterung getödtet	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Albumin	81,96	71,37	82,73	75,12
Fett	3,61	2,68	3,76	2,50
Extractivstoffe und lösliche Salze	14,50	25,95	13,50	22,33

Beim Hunde fand Lehmann:

Bestandtheile	In 1000 Theilen Serum		In 100 Theilen Serumrückstand	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Wasser	898,6	874,8	—	—
Albumin	82,9	88,3	81,21	70,52
Salze	9,9	8,7	9,51	6,90
Extractivstoffe und Fette	9,2	31,7	9,28	23,54

Den Gehalt an feuchten Blutzellen nach der C. Schmidt'schen Methode bestimmt, fand Lehmann im Pfortader- und Lebervenenblut wie folgt:

Bestandtheile für 1000 Theile Blut	Pferde, 5 bis 10 Stunden nach der Fütterung					
	Pfortaderblut			Lebervenenblut		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Feuchte Blutzellen	600,52	572,63	256,93	776,40	743,40	578,50
Plasma	399,48	427,37	743,07	223,60	256,60	427,50

Für Hunde nach mehrtägiger Fleischfütterung fand Lehmann:

Bestandtheile für 1000 Theile Blut	Pfortaderblut			Lebervenenblut		
	I.	II.	III.	I	II.	III.
Feuchte Blutzellen	459,96	447,16	449.40	694,84	649,48	747,64
Plasma	540,04	552,84	550,60	305,16	350,52	252,36

Sehr merkwürdig ist die durch Lehmann, Cl. Bérnard und C. Schmidt erhärtete Thatsache, dass das Pfortaderblut nur sehr wenig oder gar keinen Zucker enthält, während das Blut der Lebervenen daran sehr reich ist.

Vergleichende Bestimmungen des Zuckergehaltes des Pfortader- und Lebervenenblutes wurden von Lehmann und C. Schmidt angestellt.

Thiere	Zuckergehalt für 100 Theile Blutrückstand		Beobachter
	Pfortader	Lebervene	
Pferd	—	0,635	Lehmann.
dito	—	0,893	
dito	0,055	0,776	
Hund mit Fleisch gefüttert	—	0,930	C. Schmidt.
dito	—	0,990	
Hund, zwei Tage nüchtern	—	0,510	

Die rothen Blutkörperchen des Lebervenenblutes sind kleiner und mehr sphärisch wie die der Pfortader, sie werden von Wasser weniger leicht ausgedehnt. Neben diesen veränderten rothen Blutkörperchen ist das Lebervenenblut auch sehr reich an farblosen Zellen oder Lymphkörperchen. Nach den Zählungen von Hirt kommen in der Pfortader auf ein farbloses Körperchen 524 rothe, in der Lebervene dagegen aber nur 136.

Der Wassergehalt des Gesammtblutes wurde von Lehmann in dem Pfortaderblute von Pferden und Hunden durchschnittlich höher gefunden wie im Lebervenenblute, ebenso auch der Fettgehalt und der Eisengehalt. Da nun aber die Blutkörperchen im Lebervenenblute in grösserer Menge zugegen sind, wie oben gezeigt wurde, so müssen die Blutkörperchen des Lebervenenblutes bedeutend ärmer an Hämatin sein.

Uebersichtlich gestalten sich demnach die Resultate der vergleichenden Untersuchung des Pfortader- und Lebervenenblutes wie folgt:

Bestandtheile	Pfortaderblut	Lebervenenblut
Plasma	mehr	weniger
Feuchte Blutzellen	weniger	mehr
Wasser	mehr	weniger
Faserstoff	zugegen	fehlend (?)
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Albumin des Serums	mehr	weniger
Extractivstoffe	weniger	mehr
Zucker	fehlend oder nur Spuren	reichlich
Salze	mehr	weniger
Fette	mehr	weniger

Ueber in neuester Zeit bezüglich des Zuckergehaltes des Lebervenenblutes ausgesprochene Zweifel und Versuche, den höheren Zuckergehalt dieses Blutes als eine Leichenerscheinung aufzufassen, vergl. das S. 199 und 211 Gesagte.

D. Vergleichende Zusammensetzung des Blutes anderer Gefässbezirke.

Blut anderer Gefässbezirke.

Bestandtheile	V. jugular.	V. meseraica	V. lienal.	V. renal.	Art. renal.
Wasser . . .	weniger	mehr?	mehr	—	—
Faserstoff . .	weniger	—	mehr	—	—
Blutkörperchen	mehr	—	weniger	—	—
Albumin .	mehr	—	weniger	—	—
Zucker . . .	—	—	—	weniger	mehr

Milzvenenblut.

Die rothen Blutkörperchen des Milzvenenblutes sind kleiner als die des Milzarterienblutes, vielfach zackig und oft sehr hellroth bis zum Verschwinden aller Färbung. Ihr Inhalt krystallisirt besonders leicht (Funke, Gray). Das Milzvenenblut ist sehr reich an farblosen Blutkörperchen und Körnchenzellen, namentlich im Verhältniss zu den rothen Blutkörperchen. Hirt fand im Milzarterienblute auf 1 farbloses 2179 rothe Blutkörperchen, in den Milzvenen aber auf 1 farbloses nur 70 rothe. In dem aus der Milz ausgepressten Blute eines Hingerichteten fand Virchow gar nur 4,9 gefärbte auf 1 farbloses. Die mikroskopische Untersuchung des Milzvenenblutes ergiebt ausserdem dunkelrothe bis schwarz gefärbte Pigmentkörperchen, oft zu Klümpchen aggregirt, oder auch wohl in Zellen eingeschlossen und Faserstoffschollen (Epithelialzellen). Der eingedampfte Serumrückstand des Milzvenenblutes charakterisirt sich durch eine tief rothbraune Färbung (Gray). Bezüglich des Faserstoffgehaltes lauten die Angaben widersprechend; während Lehmann das Milzvenenblut sehr arm an Faserstoff sein lässt, wäre nach den Beobachtungen von Funke und Gray das Milzvenenblut selbst reicher an Faserstoff wie Aorten-, Milzarterien- und Jugularvenenblut. Ludwig sucht den Grund des höheren Wasser- und Faserstoffgehaltes darin, dass in Folge des im Sterbeact veränderten Blutstromes die rothen Blutkörperchen in der Milz zurückgehalten werden, während das Plasma und die farblosen Körperchen noch austreten konnten.

Menstrualblut.

Das Menstrualblut soll nach den Angaben mehrerer Beobachter kein Fibrin enthalten, allein dieselben sind durch neuere Beobachtungen von E. H. Weber, Virchow, Whitehead und Scanzoni als vollständig widerlegt zu betrachten. Dass das aus der Scheide ausfliessende Blut häufig kein nachweisbares Fibrin enthält, liegt eben einfach darin, weil die Gerinnung bereits innerhalb des Uterus erfolgen kann. Nach den Beobachtungen von Whitehead, die Scanzoni bestätigt, scheint übrigens Vaginalschleim die Gerinnung des Blutes zu hindern. Diese Ver-

hältnisse sind deshalb von praktischer Bedeutung, weil man, auf den älteren Beobachtungen fussend, in Criminalfällen die Erkennung von Menstrual- und von anderem Blut auf die Ab- oder Anwesenheit von Faserstoff in verdächtigen Blutflecken begründen zu können glaubte.

Blut der Placentargefässe.

Das Blut der Placentargefässe enthält, nach Stas, wenig Albumin und Fibrin, aber viel Natronalbuminat (sogenanntes Serumcaseïn). Nach den Untersuchungen von Denis ist es reicher an Blutkörperchen und ärmer an Wasser wie das Venenblut der Armvenen. Poggiale fand das Blut des Placentarantheils der Mutter reicher an festen Stoffen, wie das des Fötus. Endlich soll nach Picard das Placentarblut reicher an Harnstoff sein, wie das Blut der Mutter.

Verschiedenheiten der quantitativen Zusammensetzung des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

A. Einfluss des Geschlechts und Alters.

Einfluss des Geschlechts und Alters.

Auch hier wählen wir zur übersichtlichen Darstellung der nachgewiesenen Differenzen die tabellarische Form.

Bestandtheile	Männer	Frauen	Kinder	Greise	Schwangerschaft
Wasser . . .	weniger	mehr	weniger	mehr	mehr
Fibrin	—	—	weniger	mehr	relativ vermehrt
Blutkörperchen	mehr	weniger	mehr	weniger	weniger
Albumin . .	weniger	mehr	mehr	weniger	weniger
Fette	weniger	mehr	—	—	—
Extractivstoffe	weniger	mehr	mehr	weniger	—
Salze	weniger	mehr	weniger	mehr	—

Das Blut der Frauen ist lichter gefärbt wie das der Männer, specifisch leichter und entwickelt, mit Schwefelsäure versetzt, einen weniger starken Geruch (Barruel, C. Schmidt). Das Serum des Frauenblutes enthält weniger Salze wie das des Männerblutes, das Gesammtblut der Frauen dagegen mehr Salze wie das der Männer, was für einen höheren Salzgehalt der Blutkörperchen, die im Frauenblute vermindert sind, spricht.

In der Schwangerschaft zeigt das Blut eine dunklere Farbe und

ein geringeres specifisches Gewicht. In den letzten Monaten der Schwangerschaft aber nimmt die Dichtigkeit des Blutes wieder zu und ihr parallel geht eine Vermehrung der Blutkörperchen und eine Verminderung des Wassergehaltes (Nasse). Auch sollen sich die farblosen Blutkörperchen in den letzten Monaten vermindern. Der Gehalt an Fibrin steigt bis zur Niederkunft, woraus die Thatsache zu erklären ist, dass zu dieser Periode das Blut meist einen kleinen Blutkuchen mit einer Speckhaut bildet und an Serum stetig abnimmt. Auch das Serumcaseïn (Natronalbuminat) soll im Blute schwangerer Frauen vermehrt sein.

Im höheren Alter soll der Gehalt des Blutes an Cholesterin zunehmen.

Das Blut neugeborener Hunde fand Panum reicher an festen Stoffen wie jenes der Mutter und zwar beruhte dieser Unterschied, wie schon Denis und Poggiale beobachteten, auf einem grossen Reichthum des Blutes der Neugeborenen an Blutkörperchen.

B. Einfluss der Verdauung und der Art der Nahrung.

Einfluss der Verdauung und Nahrung.

Dass die Verdauung, die Nahrung und die Art derselben auf die Zusammensetzung des Blutes einen bestimmenden Einfluss ausübt, kann nicht Wunder nehmen, wenn man berücksichtigt, dass das Blut der Hauptternährungssaft ist, der die assimilirten Stoffe beständig in sich aufnimmt, um sie wieder an die Gewebe abzugeben.

Die Erfahrungen, welche man über die Art des Einflusses, den die Verdauung, das Hungern und Säfteverluste, Fleischnahrung, vegetabilische Nahrung, Brotnahrung, fett- und salzreiche Nahrung auf die Zusammensetzung des Blutes (meist von Thieren) äussert, gesammelt hat, haben wir übersichtlich in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Bestandtheile	Während der Verdauung	Längeres Hungern und Säfteverluste	Fleischnahrung	Vegetabilische Nahrung	Fettreiche Nahrung	Brotnahrung	Salzreiche Nahrung
Wasser	vermindert	vermehrt	vermindert	vermehrt	—	—	—
Fibrin	wenig vermehrt	vermindert	vermehrt	vermindert	—	—	—
Blutkörperchen .	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—
Lymphkörperchen	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—
Albumin	vermehrt	vermindert	—	vermehrt	—	—	—
Extractivstoffe .	vermehrt	vermindert	vermehrt	vermindert	—	Zucker	—
Fette	vermehrt	vermindert	—	vermehrt	vermehrt	—	—
Salze	vermehrt	vermehrt	vermehrt	vermindert	—	—	vermehrt

Hierzu ist noch zu bemerken: Der Serumrückstand nimmt immer einige Zeit nach der Anfüllung des Magens mit Nahrungsstoffen zu. Nach anhaltender vegetabilischer Nahrung und besonders nach Zuckergenuss ist er höher, als nach ausschliesslicher Fleischnahrung. Nach Fleischnahrung enthält das Serum mehr Natronalbuminat wie gewöhnlich. Nach fettreicher Nahrung erscheint das Serum nicht selten milchig getrübt; diese milchige Trübung zeigt sich schon eine halbe Stunde nach der Mahlzeit, nach 12 Stunden aber hat das Serum wieder sein gewöhnliches Ansehen gewonnen. Während der Verdauung sind die farblosen Blutkörperchen in ihrem Verhältniss zu den rothen vermehrt, während beim Hungern das Umgekehrte stattfindet. Nach Brotgenuss erscheint der Zuckergehalt des Blutes vermehrt. In den ersten Tagen soll Entziehung jeglicher (fester und flüssiger) Nahrung den Wassergehalt des Blutes vermindern. Entziehung fester Nahrung bei Wassergenuss dagegen vermehrt in den ersten Tagen den Wassergehalt, der aber bei dieser Lebensweise sich später ebenfalls vermindert. Vermehrung des Wassergenusses bei gleichbleibender Menge fester Nahrungsstoffe ist ohne Einfluss auf den Wassergehalt des Blutes, Vermehrung der festen Nahrungsstoffe dagegen soll den Wassergehalt des Blutes vermindern.

Bei Inanition, d. h. beim Hungerzustande, fand Panum bei Hunden keine wesentliche Abnahme der Blutmenge, ja bei reichlich gefütterten und fett gewordenen Thieren war die Blutmenge sogar relativ geringer, wie bei kümmerlich ernährten unter sonst gleichen Verhältnissen. Faserstoff und Blutzellen waren im Blute bei Inanition in normalen Mengenverhältnissen vorhanden, nur die Albuminate des Serums erschienen vermindert.

Poggiale und Plouvier fanden nach reichlichem Kochsalzgenuss bei Wiederkäuern und Menschen eine Abnahme des Wassergehaltes des Blutes, eine Beobachtung, welche Nasse bei Hunden nicht bestätigen konnte.

Das Blut der nüchternen und der einige Stunden vorher gespeisten Menschen zeigt keine Differenz des Harnstoffgehaltes.

Harnstoffgehalt des Blutes.

Aus den Versuchen, welche Picard über den Harnstoffgehalt des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen angestellt hat, würde sich als mittlerer Gehalt des Blutes gesunder Individuen an Harnstoff für 1000 Theile Blut 0,16 berechnen. Nach seinen Beobachtungen enthielte das arterielle Blut weniger Harnstoff wie das venöse; der Harnstoff wäre ferner vermehrt bei Greisen, vermindert bei Schwangeren, vermehrt endlich im Placentarblute. Alle diese Beobachtungen aber müssten auf breiterer Basis beruhen, als es thatsächlich der Fall ist, um absolute Geltung beanspruchen zu können.

Zusammensetzungsverschiedenheiten des Blutes unter pathologischen Verhältnissen.

Blut in Krankheiten.

Ueber die Zusammensetzung des Blutes in verschiedenen Krankheiten sind sehr zahlreiche Beobachtungen angestellt. Eine nähere Erörterung dieses Gegenstandes gehört nicht in das Gebiet der physiologischen Chemie und der Physiologie, sondern in jenes der pathologischen Chemie und der Pathologie. Wir geben daher hier nur einen kurzen Ueberblick über die Resultate dieser Beobachtungen und behalten uns vor, nur da etwas ausführlicher zu werden, wo aus ihnen physiologische Schlüsse gezogen werden können.

Zur übersichtlichen Darstellung derjenigen Verhältnisse, welche keiner weiteren Erläuterung bedürfen, wählen wir auch hier wieder die Tabellenform.

Krankheiten	Blutbestandtheile									
	Abnorme Bestandtheile	Wasser	Fibrin	Blutzellen	Albumin	Extractivstoffe	Harnstoff	Zucker	Fette	Salze
Entzündungen	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	vermehrt?	—	vermehrt	—
Acute Exantheme	—	—	—	vermindert	—	—	—	—	—	vermehrt
Intermittens	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—	—	vermehrt
Malaria	Gallenfarbstoff	—	vermindert	vermehrt	vermindert	—	—	—	vermindert	—
Morbus Brighti	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	vermehrt	—	vermehrt	vermehrt
Plethora	—	—	—	vermehrt	vermehrt	—	—	—	—	—
Chlorose	—	vermehrt	vermehrt	vermindert	—	—	—	—	—	—
Hydrämie	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermindert	—	—	—	—	—
Puerperalfieber	Gallenpigment freie Milchsäure	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermehrt	—	—	—	—
Pyämie	—	—	vermindert	farblose vermehrt	—	—	—	—	—	—
Leukämie	Glutin, Ameisensäure Essigsäure, Milchsäure, Harnsäure, Sarkin, Leucin	—	—	farblose ausserordentlich vermehrt	—	—	—	—	—	—
Cholera	Kohlensaures Ammoniak	vermindert	—	vermehrt	vermehrt	—	vermehrt	—	vermehrt	vermindert
Dysenterie	—	—	vermehrt	vermindert	vermindert	—	—	—	—	vermehrt
Leberkrankheiten	Tyrosin u. Leucin	—	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—
Arthritis	Harnsäure	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—
Icterus u. gestörte Gallensecretion	Gallenpigment Gallensäuren	—	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—
Krebsdyscrasie	—	—	vermehrt	—	—	—	—	—	—	—
Diabetes	—	vermehrt	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—
Typhus:										
a. Anfangsstadium	—	vermindert	vermehrt	vermehrt	vermehrt	—	—	—	—	—
b. Späteres Stadium	—	vermehrt	—	vermindert	vermindert	vermehrt	—	—	—	vermehrt
Cretinismus	—	vermehrt	vermindert	vermindert	vermindert	—	—	—	—	—
Urämie	Kohlensaures Ammoniak	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—
Gelbes Fieber	—	—	—	—	—	—	vermehrt	—	—	—

Zur weiteren Erläuterung der Zusammensetzungsverhältnisse des Blutes in Krankheiten dienen folgende Bemerkungen.

Wassergehalt.

Eine Vermehrung des Wassergehaltes des Blutes beobachtet man in den meisten Krankheiten. Im Beginne acuter Entzündungskrankheiten findet man den Wassergehalt des Blutes vermehrt, das Serum aber für sich betrachtet normal zusammengesetzt. Bald darauf wird aber auch das Serum wässeriger. Eine Ausnahme von dieser Regel scheinen Gelenkrheumatismus, Erysipelas und Puerperalfieber zu machen; es findet hier nämlich eine Abnahme der Blutkörperchen statt, während gleichzeitig die Dichtigkeit des Serums zunimmt. Auch die Anämie, besser Hydrämie, ist vorzugsweise durch eine Vermehrung des Wassergehaltes des Blutes ausgezeichnet. Der Ausdruck Anämie ist insofern ganz unberechtigt, weil eine wahrhafte Verminderung der gesammten Blutmasse wissenschaftlich gar nicht bewiesen ist. Die Hydrämie ist stets bedingt durch leichtere Transsudation gewisser Blutbestandtheile.

Eine constante Verminderung des Wassergehalts des Blutes ist mit Sicherheit nur constatirt in der Cholera und bei chronischen Herzleiden, wenn noch nicht Hydrops eingetreten ist.

Faserstoff.

Vermehrung des Faserstoffs findet sich constant bei Entzündungskrankheiten und zwar oft sehr bedeutend bis zu 10,1 bis 11,8 pr. M. (Gelenkrheumatismus, Pneumonie).

Eine constante Verminderung des Fibrins ist bis nun in keiner Krankheit mit Sicherheit constatirt.

Rothe Blutzellen.

Eine constante Vermehrung der rothen Blutzellen wurde beobachtet bei Plethora, in organischen Herzkrankheiten, in den ersten Stadien der Cholera;

eine Verminderung derselben aber bei Hydrämie, Chlorose, profusen Diarrhöen, perniciösen Wechselfiebern, in den späteren Stadien des Typhus, nach massigen Exsudaten und Pseudoplasmen, bei chronischen Metallvergiftungen, Entzündungen u. a. m.

Veränderungen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen bei Krankheiten.

C. Schmidt hat zuerst die Wahrscheinlichkeit hervorgehoben, dass auch die Blutkörperchen selbst bei gewissen Krankheiten in dem Gewichtsverhältnisse ihrer Bestandtheile gewissen Schwankungen unterworfen sein mögen. Für diese Voraussetzung hat er sehr wichtige experimentelle Beweise beigebracht, die über die Diffusionsvorgänge im Blute Licht verbreiten und daher von physiologischem Interesse sind.

C. Schmidt hat gefunden, dass in der Cholera, wo bekanntlich sehr heftige Transsudationen aus den Darmcapillaren stattfinden, die Kalisalze und die Phosphate der Blutkörperchen zum Theil in das Serum übergehen, von wo aus sie in die Choleratranssudate gelangen, die überwiegend reich an Wasser und Salzen sind. Die Blutkörperchen werden in Folge dessen reicher an organischen Bestandtheilen. Aehnliche Verhältnisse beobachtet man nach der Anwendung drastischer Laxanzen.

Bei anderen Transsudationsprocessen, wie bei der Dysenterie, Bright'schem Hydrops u. a. m., findet man die Transsudate sehr reich an Albuminaten und die Blutkörperchen ärmer an Globulin und reicher an Salzen. Indem Schmidt nach seinen Untersuchungen über das Verhältniss des Eisens im Blute zu den Blutkörperchen annimmt, dass im normalen Menschenblute beim Manne auf 1 Thl. Eisen 230 Thle. Blutkörperchen und beim Weibe 229 kommen, gelangt er zu dem Resultate, dass in den ersten Stadien des Typhus, wo die Blutkörperchen gewöhnlich eine geringe Vermehrung zeigen, das Eisen und demnach das Hämatin unter obiges Verhältniss herabsinkt, sonach hier die Blutkörperchen ärmer an Hämatin erscheinen. Von der gleichen Berechnung ausgehend, will Schmidt in anderen Fällen eine Vermehrung des Hämatins der Blutkörperchen finden; so sollen sie namentlich nach wiederholten Aderlässen ärmer an Globulin und reicher an Hämatin sein. Es sind jedoch diese Angaben, weil auf einer nicht genügend erhärteten Voraussetzung beruhend, mit Vorsicht aufzunehmen.

Farblose Blutzellen.

Eine ausserordentliche Vermehrung der farblosen Blutzellen findet bei Leukämie statt; hier machen sie oft den vierten Theil der gesammten Zellen des Blutes aus. Auch bei Puerperalfieber sollen nach Donders die farblosen Blutzellen im Verhältniss zu den rothen bedeutend vermehrt sein. Bei Pneumonie und Tuberculose hat man ebenfalls bedeutende Vermehrung derselben beobachtet, aber nicht constant, wohl aber scheint sie bei Pyämie constant zu sein.

Ueber Verminderung der farblosen Blutzellen in Krankheiten liegen keine genaueren Beobachtungen vor.

Albumin.

Eine constante Vermehrung des Albumins des Serums ist zunächst bei der Cholera, nach dem Gebrauche von drastischen Laxanzen und bei Intermittens beobachtet, eine Verminderung des Albumins dagegen bei Entzündungskrankheiten, in den späteren Stadien des Typhus, bei Scorbut, Sumpffiebern, Puerperalfiebern, Dysenterie, Morbus Brighti und Hydrops aus verschiedenen organischen Ursachen, zunächst also nach albuminreichen Transsudationen, Exsudaten u. s. f.

Fett.

Eine Vermehrung des Fettgehaltes des Serums ist in den ersten Stadien acuter Krankheiten sehr häufig, und namentlich das Cholesterin erscheint vermehrt. In chronischen Krankheiten wurde eine Vermehrung des Fettes und des Cholesterins beobachtet bei Leberkrankheiten, Morbus Brighti, Tuberculose, Malaria und Cholera. In dem durch Schröpfen gewonnenen Blute eines zur Corpulenz neigenden Mannes fand Speck den Fettgehalt des Blutes, besonders des Serums, ausserordentlich vermehrt. Das Blut war mehr gelb als roth, trennte sich sofort in zwei Schichten, von denen die obere weiss und rahmartig war. Aether extrahirte aus dem getrockneten Blute 7,3 Proc. Fett. Das Cholesterin schien nicht vermehrt.

Diese Beschaffenheit des Blutes hielt allmählich abnehmend, mehrere Wochen an. In einem Falle von Peritonitis will Heller im Serum 50,5 Proc. Fett gefunden haben.

Ueber Verminderung des Fettes in Krankheiten sind keine genauen Beobachtungen angestellt.

Extractivstoffe.

Eine Vermehrung der Extractivstoffe hat man bei Puerperalfieber und bei Scorbut beobachtet.

Harnstoff und Zucker.

Eine Vermehrung des Harnstoffs beobachtet man bei Morbus Brighti, Cholera, gelbem Fieber, bei Diabetes und in fieberhaften Krankheiten (Picard).

Eine Vermehrung des Zuckers ist nur bei Diabetes constatirt; auch hier aber ist sie nie sehr bedeutend.

Salze.

Eine Vermehrung des Salzgehaltes des Blutes, namentlich der Alkalisalze, tritt ein bei acuten Exanthemen, beim Typhus, bei Dysenterie, Morbus Brighti, allen Arten von Hydrops, Malaria, perniciösen Wechselfiebern, Scorbut.

Vermindert sind die Salze bei heftigen Entzündungen und in der Cholera.

In dem Blute von Kaninchen, welchen die Milz exstirpirt war, fand Maggiorani eine Abnahme des Faserstoffs, des Albumins und der rothen Blutzellen, gegenüber dem Gehalte des Blutes gesunder Kaninchen desselben Wurfes an diesen Bestandtheilen.

Physiologische Bedeutung des Blutes.

Eine eingehendere Würdigung derselben ist natürlich Sache der Physiologie und wir haben es mit den rein physiologischen Beziehungen des Blutes nur insofern zu thun, als zur Feststellung derselben die Chemie Anwendung gefunden hat. Wir haben es demnach hier zunächst mit der allgemein physiologischen Bedeutung des Blutes und mit der Bildung und Rückbildung desselben zu thun.

a. Allgemeine physiologische Bedeutung des Blutes.

Allgemeine physiologische Bedeutung des Blutes.

Das Blut ist der Haupternährungssaft des thierischen Körpers und der Vermittler aller stofflichen Vorgänge in selbem. Die von aussen dem Körper zugeführte Nahrung muss zu Blut werden, um in Gewebe verwandelt werden zu können, denn die Gewebe entnehmen die Materialien zu ihrer Bildung und Entwickelung dem Blute. Die Wechselwirkung zwischen Blut und Geweben einerseits und zwischen Blut und atmosphärischer Luft durch den Gasaustausch in den Lungen anderseits, ist theils Bedingung, theils Folge aller der Ernährungsprocesse, an welche sich das Bestehen

des Organismus knüpft. Jedes Capillargefässnetz ist ein Heerd stofflicher Umsetzungen, welche qualitativ und quantitativ wesentlich verschieden sind in den verschiedenen Organen, da jedes Organ vermöge seiner eigenthümlichen morphologischen und chemischen Constitution in einen eigenthümlichen Stoffwechsel mit dem Blute tritt. So wie nun eine beständige Wechselwirkung zwischen Blut und Gewebe die physiologische Bedeutung des Blutes nach der einen Seite charakterisirt, so auch eine Wechselwirkung desselben mit der eingeathmeten Luft, deren nähere Erläuterung bei der Lehre von der Respiration gegeben werden muss. Hier mag es genügen, auf an verschiedenen Stellen Gesagtes zurückzukommen und in Erinnerung zu bringen, dass es das Blut ist, welches den Gasaustausch in den Lungen vermittelt, dass der eingeathmete Sauerstoff in das Blut übertritt und hier unter Vermittelung der Blutkörperchen zum grössten Theile durch eine gewisse von den Absorptionsgesetzen unabhängige chemische Anziehung fixirt wird, während die durch die umgesetzten Gewebe dem Blute zugeführte Kohlensäure aus demselben wieder ausgeschieden wird. Wir haben daran zu erinnern, dass allem Anscheine nach den Blutkörperchen die Fähigkeit zukommt, den eingeathmeten Sauerstoff in die active Modification zu verwandeln und dass durch alle diese Verhältnisse das Blut zu einem Hauptheerde der Oxydationsvorgänge im Thierkörper wird. Seiner Hauptmasse nach in einem bis zu einem gewissen Grade stabilen Zustande der chemischen Zusammensetzung, ist diese Stabilität doch nur die Folge einer fortwährenden, sich aber das Gleichgewicht haltenden Neu- und Rückbildung: der Neubildung durch Assimilation der Nahrung und der Umsetzung durch Gewebsansatz aus den Elementen des Blutes, der Rückbildung durch Aufnahme der aus dem intermediären Stoffwechsel hervorgehenden Umsatzproducte der Gewebe und ihrer Ausscheidung aus dem Blute durch Se- und Excretionen. In diesem Sinne spricht die Physiologie von Blutgefässdrüsen als von solchen Drüsen, deren Function es ist, irgend welche Einflüsse auf die Beschaffenheit des Blutes auszuüben.

Welcher Art die chemisch-nachweisbaren Veränderungen sind, welche das Blut in einzelnen dieser Blutgefässdrüsen erleidet, ist, soweit darüber überhaupt Untersuchungen vorliegen, bereits bei Gelegenheit der quantitativen Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke erwähnt, namentlich gilt dies für Milz und Leber. Wir haben gesehen, dass das Blut in der Leber, offenbar in Folge der Gallenbildung, sehr wesentliche Veränderungen erleidet, die sich in der Verschiedenheit des Pfortader- und Lebervenenblutes aussprechen, wir haben im Milzvenenblute Stoffe aufgefunden, die wir in dem Blute anderer Gefässbezirke entweder nicht oder nicht in solcher Menge aufzufinden vermochten. Die Wechselwirkung anderer Drüsen und Organe und des Blutes ist chemisch nicht weniger greifbar. In Folge dieser Wechselwirkung zwischen Blut und Nieren wird ersteres von gewissen excrementiellen Materien gereinigt,

deren Gemisch wir Harn nennen; in Folge der Wechselwirkung zwischen Blut und Lungen wird es von Wasser und Kohlensäure befreit und dafür mit Sauerstoff gesättigt.

Alle diese Veränderungen mögen überhaupt nur deshalb erwähnt sein, um die allgemein physiologische Bedeutung des Blutes auch als Regulator der stofflichen Vorgänge im Thierkörper zu erläutern.

b. Neubildung und Rückbildung des Blutes.

Neubildung und Rückbildung des Blutes.

Der Uebergang der Nahrungsstoffe in Blut wird durch Lymphe und Chylus vermittelt. Letzterer, der unmittelbar in das Blut ergossen wird, ist als werdendes Blut seiner chemischen Zusammensetzung nach aufzufassen, es fehlen ihm aber die rothen Blutkörperchen und wie es nach Allem, was wir vom Blute gehört haben, wohl kaum noch eines besonderen Beweises bedarf, sind es gerade diese Formelemente, die seinen Grundcharakter wesentlich bedingen und seine Functionen vielfach vermitteln.

Bildung der Blutzellen.

Wie und wo aber diese wichtigen Formelemente des Blutes gebildet werden, ist eine Frage, zu deren Lösung die Chemie bisher nichts beitragen konnte und die auch von den Physiologen und Histologen trotz zahlreicher und zum Theil mit grossem Scharfsinn durchgeführter Untersuchungen, noch keineswegs definitiv erledigt ist. Indem wir Jene, welche eine eingehendere Beschreibung dieser Untersuchungen verlangen, auf die neueren Handbücher der Physiologie und Histologie verweisen müssen, beschränken wir uns, da wir sonst auf ein der Chemie ganz fremdes Gebiet gerathen würden, auf einige allgemeine Bemerkungen.

Die Histologen sind so ziemlich darüber einig, dass die rothen Blutkörperchen aus den farblosen: den Lymph- oder Chyluskörperchen, entstehen; diese aber bilden sich zum Theil im Chylus und in den Lymphdrüsen, zum Theil aber nach der Ansicht einiger Histologen (Gerlach, Schäffner, Funke, Kölliker) in der Milz. Als eine dritte Bildungsstätte der farblosen Blutzellen wird von einigen Physiologen und Histologen (Reichert, E. H. Weber, Kölliker) die Leber angesehen, eine Ansicht, der sich auch Lehmann, auf seine Untersuchungen des Pfortader- und Lebervenenblutes sich stützend, anschliesst.

Die Rückbildung des Blutes selber als Ganzes gedacht, fällt mit der Rückbildung der Gewebe insofern zusammen, als letztere aus dem Blute entstehen und als ihre Rückbildung im chemischen Sinne die Rückbildung der Elemente des Blutes ist. Eine andere Frage aber ist die, ob die Elemente des Blutes nicht in diesem selbst schon, ohne vorher zu Geweben geworden zu sein, eine Rückbildung erfahren. Auch hier sind es wieder die Formelemente des Blutes, die Blutkörperchen, die in Frage kommen, weil auch hier wieder nur bei ihnen Anhaltspunkte für die Lösung dieser Frage gefunden werden können.

Rückbildung der Blutzellen.

Es sprechen gewichtige physiologische und histologische Gründe dafür, dass die Blutkörperchen weder eine unbeschränkte Dauer der Existenz haben, noch alle geradeauf in Gewebe verwandelt werden. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass die Blutzelle gewisse Stoffe zu einer gewissen Periode ihrer Reife abgiebt, indem sie selbst zu Grunde geht. Für eine Veränderung der Blutzellen mit ihrer fortschreitenden Entwickelung spricht schon ihr verschiedenes mikrochemisches Verhalten zu verschiedenen Perioden dieser Entwickelung. Ob sie nach ihrer Auflösung zur Ernährung dienen, oder der regressiven Stoffmetamorphose anheimfallen, ist gänzlich unbekannt.

Ebenso wenig Bestimmtes weiss man über das Wo ihres Schwindens. Nach den Einen erfolgt ihre Auflösung im Blute selbst und zwar in den Capillaren durch Wechselwirkung des darin enthaltenen Blutes mit den Geweben, nach Anderen (Béclard, Gray, Scherer) würde wenigstens ein Theil derselben in der Milz und in der Leber (Kühne) zu Grunde gehen. Für eine Betheiligung der Milz werden chemische Untersuchungen der Milz und des Milzvenenblutes geltend gemacht, welche darin zahlreiche Umsatzproducte, darunter aber namentlich zwei eisenhaltige Pigmente und viel freies Eisen nachwiesen, welche wohl keinem anderen Material als den eisenhaltigen Blutkörperchen ihren Ursprung verdanken können. Dass in der Milz farblose Blutkörperchen gebildet werden, kann keineswegs als Einwand gegen die Ansicht, dass darin rothe zu Grunde gehen, gelten, da eine Neubildung von Blutzellen in einer Drüse, welcher nur Blut zugeführt wird, nicht wohl anders als auf Kosten desselben geschehend gedacht werden kann (Lehmann).

Zur vergleichenden Chemie des Blutes.

Zur vergleichenden Chemie des Blutes.

Was wir bisher von den chemischen Verhältnissen des Blutes mittheilten, bezog sich allerdings zunächst auf das Blut des Menschen, aber vielfach auch auf das Blut anderer Säugethiere. So wie die Physiologie des Menschen der Natur der Sache nach auf vergleichend-physiologische Untersuchungen an Thieren sich grossentheils stützen muss, so auch die physiologische Chemie. Es leuchtet ein, dass an Thieren gewonnene Resultate unmittelbar auf den menschlichen Organismus zu übertragen, sein Bedenkliches hat und es bedarf jedenfalls aller Vorsicht und der ernstesten Kritik, um sich dabei vor groben Täuschungen zu bewahren. Gerade deshalb muss man sich bei der Einprägung der Grundzüge der Physiologie und physiologischen Chemie immerdar bewusst bleiben, dass hier am Menschen und an Thieren gewonnene Resultate vielfach durch einander laufen und selten scharf geschieden sind. Dies alles gilt nun auch von der Chemie des Blutes. Es fiel strenge genommen, grösstentheils in das Gebiet der vergleichenden Thierchemie, was wir von der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Gefässbezirke, von den Blutgasen, von der Blutasche u.s.w. angaben. Diese Angaben suchten wir aber,

wo es anging, für die physiologischen Verhältnisse des menschlichen Organismus zu verwerthen.

In Nachstehendem theilen wir aber die wichtigeren Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Blutes, namentlich niederer Thierclassen mit, deren Blut seinem ganzen Charakter nach meist sehr wesentlich von dem des Menschen und der höheren Säugethiere abweicht; ferner die wichtigeren Abweichungen in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Blutes auch der höheren Thiere, insofern dieselben von vergleichend-physiologischem Interesse sind.

Die Bestandtheile des Blutes der höheren Säugethiere stimmen mit jenen des menschlichen Blutes im Allgemeinen überein, die Differenzen zwischen dem Blute der höheren Säugethiere unter sich und jenem des Menschen beschränken sich zunächst auf die Gestalt und Grösse der Blutkörperchen und auf die Verhältnisse gewisser anorganischer Blutbestandtheile, namentlich der kohlensauren und phosphorsauren Alkalien.

Was die Gestalt der Blutkörperchen anbelangt, so ist dieselbe eine runde biconcave bei den meisten Säugethieren, eine Ausnahme davon machen die Blutkörperchen einiger Wiederkäuer, der Kameele, Lamas und Alpakas, welche ovale Scheiben darstellen. Kerne werden bei reifen Säugethieren nicht beobachtet.

Die Blutkörperchen der übrigen Wirbelthierclassen aber sind durchschnittlich elliptisch und zugleich grösser wie die der Säugethiere. Die grössten Blutkörperchen haben die Reptilien und unter diesen ist es wieder Proteus anguineus, dessen Blutkörperchen an Grösse die aller anderen Thiere übertreffen und schon dem freien Auge sichtbar sind. Bei den elliptischen Blutkörperchen findet sich ausserdem ein Zellenkern als constante Bildung. Bei den Cyclostomen treten wieder runde Blutkörperchen auf, ebenso bei dem auf der niedrigsten Stufe stehenden Wirbelthiere, dem Amphioxus lanceolatus.

Die Blutkörperchen der Wirbellosen sind gleichfalls rund, meist farblos von sehr verschiedener Grösse und sehr wenig zahlreich.

Grössenverhältnisse derselben.

Bezüglich der Grössenverhältnisse der Blutkörperchen, die für die gerichtliche Medicin unter Umständen sehr wichtig werden und hier deshalb nicht übergangen werden sollen, geben wir nachstehende Zusammenstellung:

Die Durchschnitts-Grössenverhältnisse bei dem Blute nachstehender Thiere sind folgende:

Thier	Grösse		
Mensch	0,0031'''		runde Blutkörperchen.
Ochs	—		
Pferd	0,0025'''		
Kaninchen	0,0028'''		
Elephant	0,0041'''		
Kameel	0,0038'''	l. D.	
Vögel	0,006'''	„	elliptische Blutkörperchen.
Frosch	0,012'''	„	
Knochenfische	0,008'''	„	
Proteus anguineus	0,025'''	„	
Salamander	0,020'''	„	
Haien u. Rochen	0,012'''	„	

In der Grösse stimmen die Blutkörperchen des Ochsen mit den menschlichen überein, die der übrigen Säugethiere, den Elephanten ausgenommen, sind kleiner, und wiederum die der Nager und Wiederkäuer kleiner als die der Carnivoren, nach R. Wagner im Verhältnisse von 20 (Mensch) : 15 (Carnivoren) : 12 Wiederkäuer). Die Blutkörperchen der übrigen Wirbelthierclassen sind alle grösser wie die menschlichen.

Was die Verschiedenheit der Vertheilung der anorganischen Stoffe und namentlich der Carbonate und Phosphate der Alkalien im Blute grasfressender und fleischfressender Thiere betrifft, so haben wir bereits an verschiedenen Stellen dieses Werkes darauf hingewiesen.

Eigenthümlicher Geruch des Blutes verschiedener Thiere.

Dem Blute kommt ein ihm eigenthümlicher Geruch zu, der besonders bei Behandlung mit Schwefelsäure ($1\frac{1}{2}$ Volumen) deutlicher wird. Barruel hat zu finden geglaubt, dass das Blut jeder Thierspecies einen anderen charakteristischen Geruch bei dieser Behandlung enwickele, den man dazu benutzen könne, um Menschen- von Thierblut und letzteres unter sich wieder zu unterscheiden. Nach Barruel wäre dieser Geruch dem der Haut- und Lungenausdünstung derselben Thiere entsprechend. C. Schmidt, der diese Angaben zunächst näher prüfte, behauptet, dass man auf diese Weise nur Katzen- und Ziegenblut mit Sicherheit und Hammelblut sowie endlich Hundeblut mit einiger Wahrscheinlichkeit von den übrigen Blutarten unterscheiden könne. Wahrscheinlich rührt der Geruch von Fettsäuren her; wie namentlich Matteuci gefunden haben will, entwickelt Ziegenblut mit Schwefelsäure Capronsäure.

Der Geruch ist eine subjective Wahrnehmung und darauf sich stützende Schlüsse sind groben Täuschungen Raum gebend. Wenn wir auch zugeben wollen, dass die geübte Nase eines Chemikers am feuchten Blute der obigen Thierspecies den charakteristischen Geruch zu unterscheiden lernen kann, so ist vor der Anwendung dieser Methode in der gerichtlichen Chemie, wo es sich um die Unterscheidung von Menschen- und Thierblut an oft unbedeutenden eingetrockneten Flecken handelt, doch auf das Ernstlichste zu warnen, da hier, ganz abgesehen von der Verschiedenheit der Geruchsschärfe und der Perceptivität, schon die Natur der Untersuchungsobjecte: schmutzige, verschwitzte Wäsche u. dergl., die gröbsten Täuschungen herbeiführen kann.

Quantitative Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Blutes verschiedener Thierclassen.

Was die quantitative Zusammensetzung des Blutes verschiedener Säuge- und Wirbelthiere anbetrifft, so sind darüber von Prévost und Dumas, Denis, Nasse zahlreiche Untersuchungen angestellt.

Omnivoren.

Unter den Säugethieren enthält das Blut der Omnivoren die meisten Blutkörperchen und daher auch am meisten Eisen und lösliche Phosphate. Es ist ferner am reichsten an Fibrin und an festen Stoffen. Der Salzgehalt soll ein geringerer sein, wie bei anderen Säugethieren. Die Menge des freien (d. h. schwach gebundenen) Alkalis im Blute des Menschen soll geringer sein wie die im Blute der Herbivoren, aber grösser wie bei den Carnivoren.

Carnivoren.

Das Blut der Carnivoren enthält unbedeutend weniger Blutkörperchen, aber weniger Fibrin und mehr Fett.

Herbivoren.

Das Blut der Herbivoren ist unter allen übrigen Blutarten der Säugethiere das an Blutkörperchen ärmste.

Vögel.

Das Blut der Vögel ist ebenso reich an Blutkörperchen wie das der Omnivoren, reicher an Fibrin und Fett, dagegen ärmer an Albumin wie das der Säugethiere.

Kaltblütige Wirbelthiere.

Das Blut der kaltblütigen Wirbelthiere dagegen ist ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser, wie das Blut aller anderen Wirbelthiere.

Wirbellose Thiere.

Ueber das Blut der wirbellosen Thiere liegen ebenfalls mehrfache zum Theil sehr interessante Beobachtungen vor, obgleich es hier nicht immer leicht ist zu entscheiden, ob man es bei den betreffenden Untersuchungen mit reinen Untersuchungsobjecten zu thun hatte.

Im Allgemeinen ist das Blut der Avertebraten farblos, oder von gelblich-weisser auch wohl bläulicher Farbe, und enthält auch farblose Zellen.

Das Blut von Helix pomatia wird beim Stehen an der Luft himmelblau, Alkohol giebt ein farbloses Coagulum, Ammoniak hebt die blaue Farbe auf, Salpetersäure soll sie wieder hervorbringen. Es gab bei der quantitativen Analyse 8,393 Proc. organische und 6,12 Proc. anorganische Bestandtheile, unter letzteren 0,033 Kupferoxyd, aber kein Eisen (v. Bibra und Harless). Bei wiederholten, unter meiner Leitung angestellten Untersuchungen, wurde die Gegenwart des Kupfers in der Asche des Blutes von Helix pomatia constatirt, aber stets auch Eisen gefunden.

Auch im Blute von Cephalopoden fanden v. Bibra und Harless Kupfer, ebenso A. Genth im Blute von Limulus Cyclops. Die Asche des weisslich-blauen Blutes eines männlichen Individuums hatte die unter A, die des himmelblauen Blutes eines Weibchens die unter B angegebene Zusammensetzung.

Blutasche von Limulus Cyclops.

In 100 Theilen Asche:	A	B
Chlornatrium	83,507	79,207
Chlorkalium	2,395	4,607
Chlormagnesium	1,840	3,848
Schwefelsaures Kali	1,686	3,264
Schwefelsaurer Kalk	3,470	2,159
Kohlensaurer Kalk	1,448	2,950
Pyrophosphorsaure Magnesia	0,444	1,709
Magnesia	5,128	1,959
Eisenoxyd	0,081	Spur
Kupferoxyd	0,085	0,297

Wenige Secunden nach der Entleerung bildete dieses Blut ein gelblich-weisses Coagulum, die blaue Farbe verschwand erst mit der Zersetzung des Blutes. Beim Kochen der blauen Flüssigkeit schied sich Albumin aus und verschwand die blaue Färbung.

Das Blut von Sepien und Octopus ist nach H. Müller und Schlossberger grünlich-blau, das von Unio pictonum bläulich; die Angabe, dass das Blut von Helix pomatia durch Zuleiten von Sauerstoff sofort blau, durch Kohlensäure dagegen wieder farblos werde, während das Blut einiger Cephalopoden (Loligo und Eledone) durch Sauerstoff nicht gefärbt, durch Kohlensäure aber intensiv blau werde, wäre weiterer Prüfung zu unterziehen. Auch im Blute von Sepien und Octopus fanden H. Müller und Schlossberger Kupfer, was für eine allgemeine Verbreitung dieses Metalls bei niederen Thieren zu sprechen scheint.

Das Blut der Teichmuschel (Anodonta cygna) fand C. Schmidt farblos und schwach alkalisch; es schied ein blasses Faserstoffgerinnsel ab, sowie beim Verdunsten Krystalle von kohlensaurem Natron und kohlensaurem Kalk.

Zur gerichtlichen Chemie des Blutes.

Allgemeine Bemerkungen.

Die Entscheidung der Frage, ob gewisse Flecken auf Kleidungsstücken, Wäsche, auf Holz, Metall u. s. w. von Blut herrühren, ist für die Feststellung des Thatbestandes bei Criminaluntersuchungen nicht selten von grosser Wichtigkeit. Wir geben daher, namentlich im Interesse unserer ärztlichen Leser, eine Uebersicht derjenigen Methoden, die man behufs der Lösung dieser Aufgabe einschlagen muss.

Die von Seite des Gerichts gestellte Frage beschränkt sich häufig nicht darauf, ob die fraglichen Flecken von Blut herrühren, sondern es wird oft auch zu wissen verlangt, ob das Blut Aderblut oder Menstrualblut, ob es faserstoffhaltig sei, oder ob es endlich von Menschen oder Thieren herrühre.

Zur Entscheidung der ersten und meist wichtigsten Frage stehen uns zahlreiche Mittel zu Gebote, doch giebt es trotzdem Fälle, wo die definitive Erledigung der Frage auf eigenthümliche nicht vollständig zu beseitigende Schwierigkeiten stösst. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Flecken nur spurenweise vorkommen und schon sehr alt sind, wenn sie ausgewaschen, wenn sie mit etwas überschmiert wurden, wenn sie sich auf Metallflächen befinden die mit Rost bedeckt sind, u. s. w.

Unsicherheit des Barruel'schen Verfahrens zur Unterscheidung von Menschen- und Thierblut.

Die Constatirung eines Faserstoffgehaltes des Blutes bietet unter Umständen auch keine besondere Schwierigkeit dar, unter gewissen Verhältnissen aber kann dieselbe misslingen; die Unterscheidung endlich von Menschen- und Thierblut ist in der Regel nicht und überhaupt nur unter besonderen günstigen Voraussetzungen möglich. Das von Barruel vorgeschlagene Verfahren, aus dem sich bei der Behandlung des Blutes

Erkennung der Blutkörperchen.

mit Schwefelsäure entwickelnden Geruche die Blutart zu erkennen, ist ganz unzuverlässig. Die Unterscheidung der Blutkörperchen und ihrer Grössenverhältnisse aber setzt voraus, einerseits, dass dieselben überhaupt noch zu erkennen oder wieder sichtbar zu machen sind, was bei alten spärlichen eingetrockneten Flecken selten mehr zu erreichen ist und anderseits, dass die Grössen- und Gestaltverhältnisse sehr abweichende sind. Es wird aus diesem Grunde in bestimmten Fällen und unter bestimmten Verhältnissen allerdings möglich sein, Säugethierblut von Vögel- oder Fischblut an eingetrockneten Flecken zu unterscheiden, nicht aber z. B. Ochsen- oder Schweineblut von Menschenblut, denn in diesem Falle bietet die Gestalt der Blutkörperchen für die Unterscheidung keine Anhaltspunkte dar und auch die Grössenverhältnisse sind so wenig von einander abweichend, dass sie zur Unterscheidung schon einmal eingetrockneter und dann wieder aufgeweichter Blutkörperchen kaum mit Sicherheit zu verwerthen sind. C. Schmidt fand im Mittel von 40 Messungen den Durchmesser eingetrockneter Blutkörperchen des Menschen zu 0,004 Millimeter und findet die Abweichung von dem Durchmesser ungetrockneter Blutkörperchen gross genug, um darauf eine Diagnose zu begründen. Wir müssen demungeachtet aber in allen solchen Fällen, wo es sich um Schuld oder Unschuld eines Angeklagten handelt, zur äussersten Vorsicht mahnen. In einer anscheinend stark mit Blut getränkten Erde, die die Farbe des geronnenen Blutes zeigte, fand Erdmann bei der mikroskopischen Untersuchung Körperchen, die auf den ersten Anblick leicht mit Blutzellen verwechselt werden konnten, aber von einer Alge: Porphyridium cruentum Nägeli herrührten.

Erkennung der Blutflecken auf chemischem Wege.

Was die Erkennung der Blutflecken auf chemischem Wege anbelangt, so lassen sich die vorgeschlagenen Methoden in folgender Weise gruppiren:

1. Methoden, die auf dem Nachweis löslicher Albuminate beruhen.
2. Methoden, welche sich auf den Nachweis vorhandener Albuminate überhaupt und des Stickstoffs beschränken.
3. Methoden, welche den Nachweis des Blutfarbstoffs und Eisens bezwecken.
4. Methoden, endlich, welche die Erzeugung der Häminkrystalle zur Diagnose der fraglichen Flecken benutzen.

Von allen diesen Methoden sind die unter 3. und 4. aufgeführten die beweisendsten, während die unter 1. und 2. aufgezählten eine volle Beweiskraft erst dann beanspruchen können, wenn es ausserdem gelungen ist, die Blutkörperchen als solche durch die mikroskopische Untersuchung zu constatiren, oder doch wenigstens das Hämatin mit Sicherheit zu erkennen.

Die unter 2. aufgeführten Methoden sind natürlich vollkommen werthlos, wenn sich die fraglichen Flecken auf thierischen Geweben: auf

thierischer Wolle, auf Leder, auf Filz und dergl., befinden, oder wenn die Verwendung des fraglichen Untersuchungsobjectes eine Verunreinigung durch Albuminate anderer Art möglich oder wahrscheinlich erscheinen lässt.

Nachweis löslicher Albuminate. Den Nachweis löslicher Albuminate in den verdächtigen Flecken bewerkstelligt man dadurch, dass man die auf Zeugen befindlichen herausgeschnittenen Flecken in kaltes destillirtes Wasser bringt, wobei sie, wenn sie von Blut herrühren, sich auflösen und das Wasser roth bis röthlich färben, während die befleckten Stellen selbst blasser werden. Unter dem Mikroskope oder unter der Loupe kann zuweilen auf dem Zeuge das ungelöst gebliebene Fibrin erkannt werden.

Die wässerige Lösung zum Kochen erhitzt, wird opalisirend und scheidet auch wohl grauweisse Flocken geronnenen Albumins aus; Salpetersäure erzeugt darin Trübung oder Niederschlag, Chlorwasser färbt sie anfangs grünlich, entfärbt sie aber später vollkommen und es scheiden sich weissliche Flocken ab. Das Filtrat von diesen Flocken giebt concentrirt, mit Rhodankalium mehr oder weniger deutliche Eisenreaction. — Säuert man die wässerige Lösung mit Essigsäure an und fügt Ferrocyankalium zu, so entsteht eine weisse Trübung; Gallustinctur endlich erzeugt ebenfalls Trübung oder Niederschlag.

Löst man, falls ihre Menge es zulässt, die durch Erhitzung der wässerigen Lösung erhaltenen Flocken in heisser Kalilauge auf, so erscheint bei nicht zu grosser Verdünnung die Lösung bei durchfallendem Lichte grün, bei auffallendem aber roth, sie zeigt sonach den charakteristischen Dichroismus alkalischer Hämatinlösungen. Behandelt man die durch Kochen ausgeschiedenen Flocken aber mit dem Millon'schen Reagens (vergl. S. 119), so nehmen sie eine ziegel- oder braunrothe Färbung an. Auch die ursprüngliche Lösung, mit dem Millon'schen Reagens erwärmt, scheidet rothe Flocken ab.

Auf ihr optisches Verhalten mit dem Spectralapparate geprüft, giebt sie die für Blut charakteristischen Spectralbänder (Vergl. S. 293 und die Tafel Fig. 2).

Nachweis geronnener Albuminate. War versucht, die Flecken mit kochendem Wasser auszuwaschen, so geben sie natürlich an Wasser nichts mehr oder nur Spuren ab, weil sie geronnene Albuminate enthalten. In einem solchen Falle behandelt man sie dann mit Wasser, dem etwas Kalilauge zugesetzt ist. Die erhaltene Lösung giebt dann mit Salpetersäure und Chlorwasser Trübungen oder Niederschläge. Durch die Behandlung mit alkalischem Wasser verlieren die Flecken ihre Farbe nicht. Lässt man auf dieselben Salzsäure einwirken, so nimmt diese die färbende Substanz auf. Wird die salzsaure Lösung verdunstet, so bleibt ein Rückstand, der Eisenreaction giebt.

Hämatinproben. Die Proben, welche sich auf den Nachweis des Hämatins und zwar einerseits des Dichroismus seiner alkalischen Lösungen und anderseits seines Eisengehaltes gründen, sind nachstehende:

Werden die verdächtigen Flecken mit schwach alkalischem Wasser

ausgezogen und die erhaltenen Lösungen in Glasröhren concentrirt, so erscheint die Auflösung bei einem gewissen Concentrationsgrade im reflectirten Lichte roth, im durchfallenden grünlich.

Behandelt man die Flecken in der Wärme mit Weingeist, dem ein Tropfen Schwefelsäure zugesetzt ist, so verschwinden sie, wenn sie von Blut herrührten. Wird die rothe Lösung verdampft, verkohlt und eingeäschert, so bleibt eine rothe eisenhaltige Asche zurück, die alle Eisenreactionen giebt.

Stickstoffprobe.

Die auf den Nachweis des Stickstoffs in den Flecken sich stützenden Proben sind im Allgemeinen wenig beweisend, wenn nicht andere Proben sie ergänzen und keine controlirende Gegenversuche mit nicht befleckten Stellen der Untersuchungsobjecte angestellt worden sind. Ihre Ausführung besteht darin, die Flecken selbst oder ihre wässerigen oder alkalischen Lösungen mit kohlensaurem Kali (chemisch reinem) vermischt, zu verdunsten und den getrockneten Rückstand mit etwas kohlensaurem Kali in éiner Glasröhre zu schmelzen; bei dieser Behandlung bildet sich, wenn die Flecken von Blut oder von thierischen stickstoffhaltigen Stoffen herrührten, Cyankalium. Schneidet man nach dem Erkalten die Glasröhre über der Schmelze ab und giebt letztere in Wasser, in welchem sich etwas Eisenfeile befindet, so bildet sich beim Erwärmen Ferrocyankalium und die filtrirte Lösung mit Salzsäure schwach angesäuert giebt mit Eisenchlorid allmählich einen Niederschlag von Berlinerblau.

Bei Anstellung dieser und ähnlicher Proben hat man sich immer daran zu erinnern, dass sie nichts weiter beweisen, als dass stickstoffhaltige organische Körper vorhanden waren und dass sie daher bei Flecken auf thierischen Geweben keine Anwendung finden können. Bei diesen und bei der Eisenprobe ist es übrigens unerlässlich, Gegenversuche mit nicht befleckten Stellen des Zeuges anzustellen.

Häminprobe.

Eine der sichersten und elegantesten Methoden zur Erkennung der Blutflecken ist die sogenannte Häminprobe. Dieselbe beruht auf der Thatsache, dass Eisessig aus getrocknetem Blut beim Erwärmen einen Stoff auszieht, der wahrscheinlich eine Verbindung des Hämatins ist und den wir unter dem Namen Hämin bereits weiter oben S. 164 näher beschrieben haben.

Das Verfahren zur Erzeugung der Häminkrystalle besteht einfach darin, die fraglichen Flecken selbst, oder unter Umständen ihre zur Trockne verdampften wässerigen Auszüge mit vollkommen wasserfreiem Eisessig (Acetum glaciale) auszukochen und die kochend heiss bereiteten Auszüge in Uhrgläsern auf dem Wasserbade, oder auch wohl unter der Luftpumpe über Schwefelsäure zu concentriren. War die Blutmenge nicht zu gering, so scheiden sich schon während des Erkaltens, jedenfalls aber beim Concentriren bis nahe zur Trockne, die Häminkrystalle aus; unter dem Mikroskope erscheinen sie als meist rhombische Tafeln, zuweilen mit abgerundeten Winkeln, von röthlich-gelber Farbe durch Roth-

braun bis zu tiefstem Schwarz. Diese Krystalle sind unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure; schwer löslich in Ammoniak, verdünnter Schwefel- und Salpetersäure. In Kalilauge lösen sie sich langsam auf, wobei zuerst eine dunkelgrüne Färbung auftritt, die allmählich in intensives Braun und dann in Purpur oder Rosa übergeht. Bei dieser allmählichen Auflösung der Krystalle bilden sich durchsichtige sechsseitige Tafeln (Bryk). Concentrirte Schwefelsäure ruft bei der Lösung der Krystalle ähnliche Farbenerscheinungen hervor.

Es ist zur Erzeugung der Häminkrystalle nothwendig, dass das Blut noch seine löslichen Salze und namentlich Kochsalz enthält; dieser Salzgehalt kann aber Blutflecken durch einwirkenden Regen, Bodenfeuchtigkeit, oder auch wohl durch kochendes Wasser entzogen sein; in solchen Fällen gelingt die Erzeugung von Häminkrystallen erst dann, wenn man dem Eisessig ein oder ein paar Körnchen Kochsalz zufügt.

Die Häminprobe ist sehr wichtig und beweisend, weil kein anderer Stoff als Hämatin solche Krystalle liefert. Mit Indigo gefärbte Zeuge, mit Eisessig behandelt, liefern allerdings auch Krystalle, dieselben sind aber blau gefärbt und ihre Krystallform ist eine wesentlich andere. Die Anwendbarkeit dieser Methode wird hauptsächlich dadurch beschränkt, dass die Darstellung der Häminkrystalle nicht gelingt, wenn es solchen Stoffen anklebt, die mit dem Hämatin in Wasser unlösliche Verbindungen eingehen, oder wenn die verdächtigen Flecken mit anderen fäulnissfähigen Materien, wie Excrementen, Mistjauche, gemengt oder überschmiert sind. Aus faulem Blute können Häminkrystalle nicht mehr gewonnen werden (Wessel), während das Alter frisch eingetrockneten Blutes für das Gelingen der Probe gleichgültig ist. Scriba erhielt 1860 Häminkrystalle aus dem auf Papier eingetrockneten Blute des im Jahre 1820 hingerichteten Sand. Die Behauptung Kunze's, dass die Darstellung der Häminkrystalle überhaupt nur dann gelinge, wenn die Blutkörperchen noch erhalten und mikroskopisch erkennbar seien, bedarf einer näheren Prüfung. Nach Scriba können die Häminkrystalle unter Umständen auch durch kalte Digestion der Flecken mit Eisessig erhalten werden und in jenen Fällen, wo zu befürchten steht, dass durch die Essigsäure auch andere Farbstoffe aufgenommen würden, kann es rathsam sein, den kalten wässerigen Auszug der Flecken einzudampfen und den Rückstand mit Eisessig zu behandeln. Für alte Flecken eignet sich aber dieses Verfahren weniger.

Alle diese Methoden erleiden natürlich in ihrer Ausführung gewisse Modificationen oder auch wohl Beschränkungen, wenn sich die Flecken auf Holz, Metall, Stein und dergl. befinden. Die Modificationen für die einzelnen möglichen Fälle aufzuführen und eingehend zu besprechen, ist Aufgabe eines Lehrbuchs der gerichtlichen Chemie und selbst nach Zuratheziehung eines solchen wird dem Experimentirenden dennoch manches selbst zu überlegen übrig bleiben. Hier wollen wir nur daran erinnern, dass Eisenrost bekanntlich stets ammoniakhaltig ist und dass

daher aus dem beim Erhitzen verdächtiger, auf rostigem Eisen befindlicher Blutflecken sich entwickelnden Ammoniak, kein Schluss gezogen werden kann. Wohl aber kann in solchen Fällen der mit Blut gemengte Eisenrost mit Kalium oder Natrium erhitzt, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt und die wässerige Lösung mit Eisenoxyduloxydlösung und Salzsäure versetzt werden. War Blut vorhanden, so bildet sich Berlinerblau. Reiner Eisenrost für sich so behandelt, verhält sich negativ (H. Rose). Behandelt man auf gerostetem Eisen befindliche Flecken mit Wasser, so kann es endlich leicht geschehen, dass nichts in Lösung geht, da Hämatin mit Eisenoxyd eine in Wasser unlösliche Verbindung eingeht. Erhält man daher mit Wasser ein negatives Resultat, so kocht man mit verdünnter Kalilauge aus und verfährt im Uebrigen wie weiter oben angegeben wurde. Doch ist zu bemerken, dass die unlösliche Verbindung des Hämatins mit dem Eisenroste erst nach längerer Einwirkung entsteht.

Ein Mittel, um das relative Alter der Blutflecken zu schätzen, glaubt Pfaff in einer Lösung von arseniger Säure (1 Gran auf 2 Drachmen Wasser) gefunden zu haben. Frische Blutflecken lösen sich nämlich in der Solution der arsenigen Säure rascher auf, wie alte, ganz frische lösen sich in wenigen Minuten, 1 bis 2 Tage alte sollen sich in etwa 15 Minuten, 4 bis 6 Monate alte in 3 bis 4 Stunden, über 1 Jahr alte in 4 bis 8 Stunden auflösen.

Literatur zur Chemie des Blutes. Die grösseren Arbeiten auf diesem Gebiete sind folgende: Prévost et Dumas: Examen du sang et de son action dans les divers phénoménes de la vie. (Biblioth. univers. de Genève. T XVII.) — Denis: Recherches expérimental. sur le sang humain considéré à l'état sain. Paris 1830. — Derselbe: Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiol. du sang de l'homme et à l'étude physiologico-pathologique, hygiènique et thérapeutique des maladies de cet humeur. 1838. — Lecanu: Etudes chimiques sur le sang humain. Paris 1837. — Andral et Gavarret: Recherches sur les modifications de proportion de quelques principes du sang etc. dans les maladies. Ann. de Chim. et de Phys. 2. Sér. T. LXXV. — Andral, Gavarret et Delafond: Recherches sur la composition du sang de quelques animaux domestiques. Ann. de Chim. T. V. — Becquerel et Rodier: Recherches sur la composition du sang dans l'état de santé et dans l'état de maladie. Paris 1844. — H. Nasse: Handwörterb. der Physiologie. Bd. I. Artikel Blut. S. 75. — Derselbe: Ueber das Blut der Hausthiere: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXVIII. — Poggiale: Recherches chimiques sur le sang. Compt. rend. T. XXV. — C. Schmidt: Charakteristik der epidem. Cholera. 1850. — Eine vollständige Angabe aller Arbeiten über Blut unterlassen wir, und verweisen auf Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858, wo die Gesammtliteratur sehr vollständig angeführt ist. Den dort gegebenen literarischen Nachweisen fügen wir noch von neuerer Literatur bei: (Gerinnung). — Brücke: Arch. f. path. Anat. Bd. XII. Richardson: On the cause of the coagulation of the blood. London 1858. — Lister: Edinburgh. med. Journal. April 1858 über denselben Gegenstand. — Al. Schmidt: Chem. Centralbl. 1861. 403. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1861. 544. 678. — Derselbe: ebendaselbst 1862. 428. — Derselbe: ebendas. 1862. 533. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXIX, 1. — (Blutgase): Setschenow: Sitzungsber. der math. naturw. Classe d.

k. Akad. zu Wien. 1859. Bd. XXXVI, S. 293. — Derselbe: Zeitschr. f. rat. Med. X, 101. 285. — Schöffer: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLI, 519. — J. Sachs: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. 344. — Nawrocki: Studien des phys. Instituts zu Breslau. II, 144; Zeitschr. f. analyt. Ch. II, 117. — Preyer: Sitzungsber. d. Wien. Akad. XLIX. — Derselbe: Zeitschr. f. rat. Med. 3 R. XXI, 197. — Sczcelkow: Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. 516. — Pflüger: Die Kohlensäure des Blutes. Bonn 1864. — Saint-Pierre et Estor: Compt. rend. 1864. II, 1013. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XI, 288. XIII, 104. — Derselbe: Med. Centralbl. 1865. Nr. 4. — L. Meyer: De sanguine oxydo carbonico infecto. Dissertat. Wratislaw. 1858. — Cl. Bérnard: Leçons sur les effets des substances toxiques etc. Paris 1857. — Pokrowsky: Arch. f. path. Anat. XXX, 525. — L. Hermann: Med. Centralbl. 1865. Nr. 47. — C. Ludwig: Wien. med. Jahrb. Jahrg. 21, S. 145 (Zusammenstellung der Untersuchungen über die Blutgase.) (Allgem. u. besond. chem. Verhalten des Blutes): Sanson: Archives of medicine II. 170. — Denis: Compt. rend. 1861. I, 1239. — A. Schmidt: Ueber Ozon im Blute. Dorpat 1862. — Bursy: Ueber den Einfluss einiger Salze auf die Krystallisation des Blutes. Dorpat 1863. — v. Wittich: Königsberg. med. Jahrb. III, 332. — Böttcher: Arch. f. path. Anat. XXVII. 465. XXXII, 126. — A. Rollet: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLVI, 1862. XLVII, 356. L. Juli 1864. — Valentin: Arch. f. path. Anat. XXVII, 215. — Schönbein: Journ. f. prakt. Chem. LXXXIX, 22. — Panum: Archiv f. path. Anat. XXVII, 240. 243. XXIX, 241. 481. — Speck: Arch. f. wissenschaftl. Heilk. 1864. 232. — (Blut von Thieren): — C. Schmidt: Zur vergl. Physiologie. Mitau 1846. — v. Bibra u. Harless: Arch. f. Anat. u. Phys. 1847. 148. — Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. CII, 86. — F. A. Genth: Ebendas. LXXXI, 68. — (Blutflecken): C. Schmidt: Diagnostik verdächt. Flecke in Criminalfällen. — Morin: Faits pour servir à l'histoire du sang etc. — Otto: Anleit. zur Ausmittl. d. Gifte. — Handwörterb. d. r. u. a. Chemie Bd. II. 2te Aufl. 2. Abth. Artikel: Blutflecken S. 177. — Brücke: Med. Wochenschr. Nr. 23. 1857. — G. Büchner u. Simon: Arch. f. path. Anat. XV, 50. — Bryk: Wien. med. Wochenschr. Nr. 42—45. 1858. — Virchow: Arch. f. path. Anat. XII, 334. — Scriba: N. Jahrb. f. Pharm. XVI, 129. — Pfaff: Casper's Vierteljahrschrift f. ger. Med. XIX, 236. — C. L. Erdmann: Journ. f. prakt. Chem. LXXXV, 1. — Wessel: Arch. d. Pharm. CXVIII, 217. — Kunze: Casper's Vierteljahrschr. XXV, 262. Vgl. ferner die vollständige Zusammenstellung der Literatur über die forensische Untersuchung von Blutflecken von Huppert in Schmidt's Jahrb. der ger. Med. CXVI, S. 273 u. ff.

II. Chemie der Lymphe und des Chylus.

a. Lymphe.

Zur Abfuhr der Gewebeflüssigkeiten, entstanden theils durch Austritt gewisser Blutbestandtheile durch Diffusion und Filtration in die Gewebe, theils durch Wechselwirkung des Blutes und der in den Geweben bereits enthaltenen Säfte, theils endlich durch die regressive Stoffmetamorphose der Gewebe selbst, sofern diese Flüssigkeiten nicht wieder unmittelbar in das Blut zurücktreten, dienen Röhrensysteme, die mit ihren Endigungen in das Blutgefässsystem sich einsenken: die **Lymphgefässe**; die in ihnen enthaltene und fortbewegte Flüssigkeit ist die **Lymphe**. Lymphe.

Eine Abtheilung dieses Lymphgefässsystems: die **Lymphcanäle der Schleimhaut des Dünndarms**, führen im nüchternen Zustande eine

mit der übrigen Lymphe übereinstimmende Flüssigkeit. Zur Zeit der Verdauung aber treten in die Anfänge dieser Gefässe Albuminate, Kohlehydrate und Fette der Nahrung ein. Dadurch ändert sich die Beschaffenheit der Lymphe wesentlich und sie wird zu dem, was wir Chylus nennen. Durch den Ductus thoracicus wird letzterer aus den Lymphgefässen des Darms gesammelt und dem Blute zugeführt.

Aus diesen physiologischen Umrissen ergiebt es sich von selbst, dass die Lymphe in den einzelnen Gewebs- und Körperbezirken unmöglich von gleicher Mischung sein kann und dass ihre Zusammensetzung eine noch mehr wechselnde sein muss, wie jene des Blutes unter verschiedenen physiologischen Bedingungen (Verdauung, Art der Nahrung u. s. w.).

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Das äussere Ansehen der Lymphe schon bietet wesentliche Verschiedenheiten dar; sie stellt nämlich eine bald vollkommen farblose, bald gelblich-weise oder gelbliche, bald endlich (wohl nur wenn sie mit Blut vermischt ist) röthliche, entweder vollkommen klare, oder opalisirende, oder endlich eine weisslich-trübe Flüssigkeit dar, von fade salzigem Geschmack, einem schwachen, eigenthümlichen Geruch und alkalischer Reaction.

So wie das Blut ist auch die Lymphe eine emulsive Flüssigkeit, d. h. eine Flüssigkeit, in der einzelne Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur suspendirt sind.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Die nur aufgeschwemmten durch das Mikroskop wahrnehmbaren histologischen Bestandtheile der Lymphe sind:

a) Die Lymphkörperchen.
b) Molekularkörnchen.
c) Fetttröpfchen.
d) Rothe Blutkörperchen.

Lymphkörperchen.

Die Lymphkörperchen sind mit den farblosen Blutzellen vollkommen identisch; es kann demnach geradezu auf das beim Blute darüber Gesagte verwiesen werden. Ihre Grösse schwankt bei Menschen und Säugethieren beträchtlich, kann aber im Mittel auf 0,002 bis 0,004 Linien geschätzt werden. Ihr näheres Studium gehört übrigens zu den Aufgaben der Histologie.

Fettmoleküle.

Die Fetttröpfchen finden sich namentlich während der Verdauung, bedingen das trübe oder auch wohl undurchsichtige Aussehen der Lymphe und finden sich überhaupt in der Lymphe weniger reichlich wie im Chylus. Sie sind ausserordentlich klein, so dass sie selbst bei bedeutender Vergrösserung als feine staubartige Moleküle erscheinen, welche die Brown'sche Molekularbewegung zeigen. Sie scheinen eine aus Albuminaten bestehende Hüllenmembran zu besitzen, da sie nicht zusammenfliessen.

Rothe Blutkörperchen.

Die rothen Blutkörperchen, welche man in der Lymphe gefunden hat, stammen zum Theil wohl aus durchschnittenen Blutgefässen, ein Theil aber scheint der Lymphe wirklich eigenthümlich zu sein. Be-

sonders reich an rothen Blutkörperchen hat man die Lymphe der Milz gefunden. Man hat daraus geschlossen, dass einzelne der Lymphkörperchen schon vor ihrem Eintritt in die Blutbahn sich in rothe Blutkörperchen verwandeln können und im Milchbrustgange des Kaninchens glaubt Frey sogar Uebergangsformen, ähnlich wie im Milzvenenblute, beobachtet zu haben. Nach Gubler und Quevenne wären die rothen Blutkörperchen der menschlichen Lymphe kleiner wie die des Blutes.

Chemische Bestandtheile der Lymphe.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind ganz allgemein ausgedrückt die des Blutplasmas oder die des Serums des Blutes, es sind die Bestandtheile des Plasmas, zuweilen mit Einschluss, zuweilen aber mit Ausschluss des Fibrins, demnach:

Wasser, Albumin, Faserstoff (nicht constant), Fette (Glyceride), Seifen, Cholesterin (?), Extractivstoffe, worunter milchsaure Salze, Harnstoff und Zucker, und die anorganischen Salze des Blutplasmas, jedoch in einem wesentlich geänderten Verhältnisse, vorherrschend Chlornatrium und wenig phosphorsaure, mehr noch schwefelsaure Alkalien; ausserdem kohlensaure Alkalien und Ammoniaksalze (in der Pferdelymphe).

Hierzu ist zu bemerken, dass sich die mit der Lymphe angestellten chemischen Versuche zum Theil auf menschliche Lymphe, zum Theil aber auf Lymphe beziehen, die von Thieren gewonnen wurde, namentlich von Pferden.

Der Faserstoff findet sich meistentheils in der Lymphe, jedoch keineswegs immer. Wenn er vorhanden ist, stimmt er in seinen Eigenschaften vollkommen mit denen des Blutfaserstoffs überein. Die Bedingungen, unter denen der Faserstoff fehlt, liegen weder in der Blutbeschaffenheit, noch auch in der Geschwindigkeit, mit welcher die Lymphe gebildet wird (Ludwig). Allerdings ist bei reichlich ausfliessender Lymphe das Fehlen des Faserstoffs häufiger, zuweilen aber ist auch die sparsam ausfliessende faserstofffrei (Colin, Ludwig). Die aus demselben Gefässe ausströmende Lymphe selbst ist wechselnd (von Stunde zu Stunde), bald faserstofffrei und bald faserstoffhaltig; ebenso ist zuweilen von zwei Portionen, die gleichzeitig aus den beiderseitigen Halsstämmen mit ungefähr gleicher Geschwindigkeit hervorkommen, die eine schwach oder gar nicht, die andere stark faserstoffhaltig (Ludwig).

Das Albumin der Lymphe stimmt meist mit dem Blutalbumin in seinem Verhalten vollkommen überein, doch beobachteten Geiger und Schlossberger in der Pferdelymphe ein Albumin, welches beim Kochen nicht gerann, beim Abdampfen aber eine Haut bildete (Natronalbuminat, sogenanntes Serumcaseïn, Globulin?). Nasse fand, dass die Asche des mit Wasser und Weingeist erschöpften Lymphalbumins aus Pferdelymphe noch sehr viel kohlensaures Alkali enthielt.

Die oben als Bestandtheile der Lymphe angegebenen milchsauren Salze sind mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen, doch ist ihre Gegenwart wahrscheinlich gemacht. Harnstoff wurde in der Lymphe verschiedener Thiere mit Sicherheit nachgewiesen, ebenso Traubenzucker. In der aus dem Halsstamm des Hundes ergossenen Lymphe ist er ein nie fehlender Bestandtheil, selbst wenn er im Blute nicht nachgewiesen werden kann (Krause, Poiseuille, Lefort).

Allgemeines chemisches Verhalten der Lymphe.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Dasselbe stimmt natürlich je nach dem vorhandenen oder fehlenden Faserstoffgehalte der Lymphe bald mit dem des Blutplasmas, bald mit dem des Blutserums überein. Wenn die Lymphe faserstoffhaltig ist, so gerinnt sie nach der Entleerung zu einer farblosen zitternden Gallerte, die sich auf ein im Verhältniss zum Serum sehr kleines Coagulum zusammenzieht, welches die Lymphkörperchen und die sonstigen Formelemente der Lymphe fast vollständig einschliesst. Gubler und Quevenne beobachteten, dass der ursprünglich gelblich-weisse Lymphkuchen der aus dem Oberschenkel einer gesunden Frau ohne Zutritt von Blut erhaltenen Lymphe, sich allmählich röthete; dieses Factum konnte dagegen Nasse bei menschlicher Lymphe seinerseits nicht bestätigen.

Quantitative Zusammensetzung der Lymphe.

Ueber das Gewichtsverhältniss der hauptsächlichsten Bestandtheile der Lymphe von Menschen und Thieren sind mehrfache Untersuchungen angestellt; allein nach dem, was wir über den Ursprung dieser Flüssigkeit bereits angeführt haben, kann es nicht Wunder nehmen, dass die erlangten Resultate keineswegs besonders übereinstimmen. Wenn wir daher dieselben in nachstehenden Tabellen übersichtlich zusammenstellen, so geschieht es nicht etwa deshalb, um einen wahren Zahlenausdruck für die quantitative Zusammensetzung der Lymphe zu geben, denn ein solcher lässt sich hier noch weniger wie beim Blute geben, sondern um ein ungefähres übersichtliches Bild von dieser wechselnden Zusammensetzung zu liefern und an dieses Bild die Bemerkungen anzuknüpfen, die sich aus der Betrachtung der Zahlenverhältnisse folgern lassen:

Menschliche Lymphe:

Quantitative Analysen menschlicher Lymphe.

Bestandtheile in 1000 Gew.-Thln.	Gubler und Quevenne		Marchand und Colberg	Scherer	Nasse
	I.	II.	III.	IV.	V.
Wasser	939,87	934,77	969,26	957,60	940—950
Feste Stoffe	60,13	65,23	30,74	42,40	60— 50
Faserstoff	0,56	0,63	5,20	0,37	1,65
Albumin	42,75	42,80	4,34	34,72	—
Fett	3,82	9,20	2,64	—	—
Extractivstoffe	5,70	4,40	3,12	—	—
Salze	7,30	8,20	15,44	7,31	—

Die Lymphe, welche zu den Analysen von I. und II. diente, war aus dem Oberschenkel einer 39jährigen gesunden Frau gewonnen; sie floss aus, wenn man durch Einreissen der Epidermis varicose Erweiterungen des subcutanen Lymphgefässnetzes öffnete; Nr. III. bezieht sich auf Lymphe, die aus einer Wunde des Fussrückens ausfloss, Nr. IV. stammte aus sackartig ausgedehnten Lymphgefässen des Samenstranges. Nasse stellte seine Untersuchungen mit Lymphe an, die aus einer natürlichen Lymphfistel ausfloss. Von den mitgetheilten Analysen weicht die von Marchand und Colberg so auffallend von den anderen ab und ihre Zahlen leiden an so bedeutender innerer Unwahrscheinlichkeit, dass sie wenig Vertrauen verdienen.

Quantitative Analysen der Lymphe von Thieren.

Lymphe von Thieren:

Bestandtheile in 1000 Thln.	Pferd.					Esel.
	Gmelin	Leuret u. Lassaigne	Geiger	Nasse	Reuss u. Emmert	Rees
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser	964,30	925,00	983,70	950	960,0	965,36
Feste Stoffe	35,70	75,00	16,30	50	40,0	34,64
Faserstoff	1,90	3,30	0,40	39,11	3,0	1,20
Albumin	21,17	57,36	6,20			12,00
Fett	Spur	—	Spur	0,09	—	Spuren
Extractivstoffe	—	—	2,70	4,88	—	15,69
Salze	10,63	14,34	7,00	5,29	—	5,85
Chlornatrium	—	—	—	4,123	—	—
Kohlensaures Alkali	—	—	—	0,560	—	—
Schwefelsaures Alkali	—	—	—	0,233	—	—
Erdsalze u. Eisenoxyd	—	—	—	0,310	—	—

I. Mittel aus 2 Analysen der Lymphe des Lendengeflechtes eines Pferdes; II. Lymphe aus dem Halstheile des Lymphgefässsystems eines Pferdes; III. Lymphe aus dem Fusse eines Pferdes; IV. Lymphe (Chylus) aus dem Ductus thoracicus eines Pferdes; V. Lymphe des Plexus lumbalis eines Pferdes; VI. Lymphe der vorderen Extremitäten eines Esels.

Aus den mitgetheilten Analysen ergiebt sich zur Genüge, wie sehr das Gewichtsverhältniss der einzelnen Bestandtheile der Lymphe schwanken kann; doch lässt sich daraus der allgemeine Schluss ziehen, dass die Lymphe im Ganzen weit weniger feste Bestandtheile enthält, wie das Blutplasma, jedoch ist die Menge der anorganischen Salze relativ grösser. die des Albumins geringer, die des Fibrins grossen Schwankungen unterworfen, aber im Allgemeinen ebenfalls geringer.

In neuerer Zeit wurden von C. Schmidt Analysen der Lymphe und des Chylus von Pferden veröffentlicht, bei welchen die Bestandtheile des Serums und Kuchens getrennt bestimmt wurden. Des Interesses halber, welches gerade deshalb diese Analysen darbieten, theilen wir eine der die Lymphe betreffenden Analysen mit.

Dieselbe bezieht sich auf Lymphe aus dem einfachen rechten Halslymphstamme eines Füllens bei guter Heufütterung.

1000 Thle. Lymphe enthalten:				In 1000 Thln. Serum	In 1000 Thln. Kuchen
	955,17 Serum	44,83 Kuchen	Summe		
Wasser	914,68	40,68	955,36	957,61	907,32
Feste Stoffe	40,49	4,15	44,64	42,39	92,68
Fibrin	—	2,18	2,18	—	48,66
Albumin	30,59			32,02	
Fette	1,17	1,54	34,99	1,23	34,36
Extractivstoffe	1,69			1,78	
Mineralsalze	7,04	0,43	7,47	7,36	9,66
Chlornatrium	5,40	0,27	5,67	5,65	6,07
Natron	1,24	0,03	1,27	1,30	0,60
Kali	0,11	0,05	0,16	0,11	1,07
Schwefelsäure	0,08		0,09	0,08	0,18
An Alkalien gebundene		0,01			
Phosphorsäure	0,02		0,02	0,02	0,15
Phosphorsaure Erden	0,19	0,07	0,26	0,20	1,59

Diese Analysen zeigen einen ähnlichen Gegensatz in der Vertheilung der Mineralbestandtheile auf Serum und Kuchen, wie er im Blute besteht, doch ist derselbe nicht so scharf ausgesprochen; er giebt sich am unzweideutigsten in der Vertheilung des Kalis und der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure zu erkennen.

Poiseuille und Lefort geben über die Gewichtsverhältnisse des Zuckers in der Lymphe, verglichen mit jenen des Blutes und des Chylus, folgende auf 1000 Thle. berechnete Zusammenstellung. Die Zahlen bedeuten Zucker in Grammen.

Zuckergehalt der Lymphe.

Thiere.	Arterielles Blut	Inhalt des Ductus thoracicus	Halslymphe.
Hund zu Ende der Verdauung	Spuren	1,09	1,66
Pferd (während der Verdauung)	0,69	2,20	4,42
Kuh (während der Verdauung)	0,55	0,68	0,98
		Mesenteriallymphe	
Kuh (während der Verdauung)	0,14	1,86	—
Stier (während der Verdauung)	0,73	1,23	2,66

Harnstoffgehalt der Lymphe.

Eine ähnliche Zusammenstellung giebt A. Wurtz für den Harnstoffgehalt von Blut, Chylus und Lymphe.

In 1000 Thln.

Thiere	Fütterung	Blut	Chylus	Lymphe
Hund	Fleisch	0,09	—	0,16
Hund	"	—	0,18	—
Kuh	Klee	0,19	0,19	0,19
Stier	Klee, Raps	—	0,19	0,21
Widder	gewöhnl. Futter	0,25	0,28	—
Pferd	" "	—	—	0,12

Ueber einen etwaigen Gasgehalt der Lymphe sowie über seinen Betrag sind Beobachtungen nicht angestellt; ebenso fehlen genauere Analysen der Lymphasche.

Verschiedenheiten in der qantitativen Zusammensetzung der Lymphe unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Schwankungen in der quantitativenZusammensetzung

Die spärlichen Beobachtungen, die man über die Zusammensetzungsverhältnisse der Lymphe unter verschiedenen physiologischen Bedingungen und in verschiedenen Lymphgefässbezirken gemacht hat, reichen nicht aus, um auch nur eine der sich hier aufdrängenden Fragen mit einiger Sicherheit zu entscheiden. Doch je spärlicher das gegebene Material, um so mehr muss es die Aufgabe sein, es zu registriren, um zukünftigen Untersuchungen es möglich zu machen, daran anzuknüpfen, sei es auch nur, um Unrichtiges zu widerlegen und das Lückenhafte zu ergänzen.

Nach den Beobachtungen von Brücke u. A. treten die Lymphkörperchen in den Lymphgefässen jenseits der Drüsen viel reichlicher auf, als diesseits derselben.

Der Gehalt der Lymphe hungernder Thiere an Albumin soll nach den Beobachtungen von Chevreul, L'Héritier und Gmelin ein grösserer sein, wie der gefütterter und dem entsprechend sollen auch hungernde Thiere eine wasserärmere Lymphe liefern. Krause bestätigte diese Beobachtungen am Hunde insofern, als auch er fand, dass ein und dasselbe Thier unmittelbar und in den ersten Stunden nach der Mahlzeit eine um mehrere Procente wasserreichere Lymphe liefert als nach 24stündigem Hungern. Die Geschwindigkeit der Absonderung hat hierauf keinen Einfluss, denn die letztere kann sich bedeutend steigern, ohne dass sich der Gehalt an festen Stoffen ändert.

Die Veränderungen der Lymphe in Krankheiten sind noch gänzlich unbekannt.

Bildung der Lymphe und physiologische Bedeutung derselben.

Bildung der Lymphe.

Die verschiedenen Momente der Bildung der Lymphe sind keineswegs mit solcher Sicherheit festgestellt, dass eine Lücke nicht übrig bliebe; doch scheint so viel ausgemacht, dass die Lymphe ihr Material einerseits von den Wurzeln der Lymphgefässe und anderseits von den Drüsen bezieht; die Wurzeln scheinen den eigentlich flüssigen Theil der Lymphe zu liefern, während die Formelemente grösstentheils von den Drüsen stammen.

Ursprung der Lymphkörperchen.

Für den Ursprung der Lymphkörperchen aus den Drüsen spricht die bereits oben erwähnte Thatsache, dass dieselben in den Gefässen jenseits der Drüsen viel reichlicher auftreten, als diesseits derselben, sowie dass die Zellengebilde der Lymphdrüsen mit denen der Lymphe identisch sind.

Auf welche Weise man sich die Neubildung der so aus den Lymphdrüsen beständig herausgeflössten Lymphkörperchen erfolgend denkt, gehört in das Gebiet der Histologie, oder besser der conjecturalen Histogenese.

Die Gründe, welche für eine gewisse Beziehung zwischen Lymphbildung und Gewebssaft sprechen, sind gewichtig, doch keineswegs erschöpfend.

Bildung des Lymphsaftes.

Es ist Thatsache, dass die Lymphe reichlicher ausströmt, wenn in den Geweben Säftezufluss in gesteigertem Maasse stattfindet. Dies ist durch Experimente genügend erhärtet. Allein diese Thatsache ist einer doppelten Interpretation fähig. Sie kann nämlich dadurch bedingt sein, dass die Entstehungsmomente beider Flüssigkeiten die gleichen oder analoge wären. Anderseits wäre es ebenso gut möglich, dass der Gewebssaft selbst zu Lymphe wird. Für die letztere Alternative sprechen mehrfache Erfahrungen, so dass sie als die wahrscheinlichere zu bezeichnen ist. Diese Erfahrungen sind aber so rein physiologischer und physiopathologischer Natur, dass wir nicht näher darauf eingehen können. Man findet die Frage eingehend erörtert in Ludwig's Lehrbuch der Physiologie 2. Aufl. Bd. II, S. 579, auf welches wir hiermit verweisen. Wir bemerken hier nur so viel, dass diese Erfahrungen, die für den unmittelbaren Uebergang des Gewebssaftes in Lymphe sprechen, sich vorzugsweise auf den beobachteten Ablauf der Oedemflüssigkeit aus ödematösen Geweben durch die Lymphgefässe und auf die Aehnlichkeit der Zusammensetzung der ödematösen Flüssigkeit mit jener der Lymphe beziehen.

Nach den neuesten Untersuchungen von C. Schmidt wäre die Lymphe als reines Plasma-Transsudat zu betrachten. Nach von ihm angestellten quantitativen Versuchen würde sich mindestens die Hälfte der Gesammtblutmenge, oder besser der Intercellularflüssigkeit binnen 24 Stunden in eine Salzlösung mit halbem Albumingehalte: Lymphe, die aus dem Blutgefässe ins Lymphgefäss hinein transsudirte, — und Blutzellen

nebst einem Reste der Intercellularflüssigkeit spalten, die weiter circulirend durch stetig wieder zuströmenden Chylus auf die ursprüngliche typische Normalconstitution zurück verdünnt würden. Volum und Salzgehalt der binnen 24 Stunden den Milchbrustgang durchströmenden Chylusmenge ist nahezu gleich dem Gesammtvolumen der im Körper circulirenden Intercellularflüssigkeit des Blutes. Für diese Verhältnisse hat C. Schmidt nachstehende Vergleichszahlen gegeben:

Es enthalten:	Wasser	Feste Stoffe	Fette	Fibrin	Albumin etc.	Salze incl. Eisen
1000 Grm. Blut	805,49	194,51	2,64	3,31	150,37	7,56
483 „ Lymphe . . .	461,70	21,57	0,63	1,05	16,28	3,61
516,7 Rest an Blutzellen und Plasma weiter circulirend	343,79	172,94	2,01	2,26	134,09	3,95

Da diese Processe, Secretion aus und Rückfluss des Lymphsecretes in die Blutmasse, stetig neben einander hergehen, so muss die Zusammensetzung des Blutes und der Lymphe unter normalen Bedingungen constant bleiben.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung der Lymphe ergiebt sich ohne Weiteres aus dem Mitgetheilten. Gleichgültig, wie wir uns die Bildung der Lymphe in ihren einzelnen Phasen denken, sicher ist es, dass sie aus den Geweben stammt, sicher ist es, dass durch ihre Vermittelung die in letzteren sich anhäufenden Stoffe hinweggeführt werden, insofern sie nicht ins Blut direct zurückkehren; aber nicht, um aus dem Körper zu treten, sondern um der Neubildung des Blutes Material zu liefern und um zum Theil wieder in das Blut zurückzukehren, damit ihre Ausscheidung durch Haut, Lunge und Niere ermöglicht werde.

Die Lymphe ist demgemäss ein Factor eines intermediären Flüssigkeitskreislaufes; sie stellt den Rückstrom aus den Geweben zum Blute dar.

b. Chylus.

Anatomische Vorbemerkungen.

Unter Chylus verstehen die Physiologen die Flüssigkeit, welche aus dem Darme in die denselben umgebenden Chylusgefässe eintritt. Im nüchternen Zustande der Thiere führen diese Gefässe, wie bereits oben erwähnt wurde, eine mit der Lymphe übereinstimmende Flüssigkeit. Zur Zeit der Verdauung aber und bei gefülltem Darm treten in die Anfänge der Chylusgefässe Stoffe aus dem Darme über, die als Speisebrei (Chy-

mus) oder als Drüsensaft sich in selbem befinden. Es wird daher der Inhalt der Chylusgefässe zu dieser Periode ein qualitativ und quantitativ anderer; er wird zum Chylus. Die kleineren chylusführenden Gefässe vereinigen sich sämmtlich in dem Ductus thoracicus oder Milchbrustgang, in welchen auch die eigentliche Lymphe mündet. Der Ductus thoracicus aber mündet in die Vena subclavia sinistra ein.

Ebenso wie die Lymphe ist demnach auch der Chylus eine Flüssigkeit, welche in ihrer Zusammensetzung bedeutenden Schwankungen unterworfen sein muss, denn sie enthält einerseits Lymphe, deren chemische Beschaffenheit ja selbst eine wechselnde ist und anderseits Stoffe aus dem Darm, deren Natur nach der Beschaffenheit der Nahrung wenigstens bis zu einem gewissen Grade wechselt.

Wir schicken der näheren Betrachtung der physikalischen und chemischen Verhältnisse des Chylus noch die Bemerkung voraus, dass die meisten darüber angestellten Untersuchungen aus leicht begreiflichen Gründen sich auf Chylus von Thieren und zwar genauer gesagt, auf jenes Gemenge von Chylus und Lymphe beziehen, welches im Milchbrustgange enthalten ist.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der aus dem Ductus thoracicus in der Verdauung begriffener Thiere entnommene Chylus ist eine milchig-opalisirende, gelblich-weisse oder auch wohl blassröthliche Flüssigkeit von schwachem, eigenthümlichem Geruche und fade-salzigem Geschmack. Sie reagirt schwach alkalisch und ihre Dichtigkeit schwankt nach den Beobachtungen von Owen Rees und Marcet zwischen 1,012 und 1,022.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Auch im Chylus sind gewisse Bestandtheile desselben im Wasser desselben wirklich gelöst, während andere, seine Formelemente, darin suspendirt sind.

Diese Formelemente stimmen im Allgemeinen mit denen der Lymphe überein. Es sind folgende beobachtet:

1. Die Chyluskörperchen von 0,002 bis 0,0055‴ Durchmesser.
2. Feine staubartige, die Brown'sche Molekularbewegung zeigende Fettmoleküle mit einer aus Albuminaten bestehenden Hülle.
3. Elementarkörnchen von 0,0001 bis 0,0005‴ Durchmesser.
4. Fetttröpfchen.
5. Rothe Blutkörperchen.

Die Chyluskörperchen sind mit den Lymphkörperchen identisch; dasselbe gilt von den staubartigen Fettmolekülen. Die Elementarkörnchen bestehen nach Gerlach ebenfalls aus Fett und einer Albuminathülle und unterscheiden sich von den staubartigen Fettmolekülen nur durch ihre messbare Grösse und ihre Neigung, sich zu Häufchen zu vereinigen.

Von den rothen Blutkörperchen des Chylus gilt alles bei Gelegenheit der Lymphe Gesagte.

Mikroskopische Abbildungen der Formelemente des Chylus während der Verdauung bei Funke: Atlas, 2. Aufl., Taf. XIII, Fig. 6.

Chemische Bestandtheile des Chylus.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des Chylus sind dieselben wie jene des Blutes minus der Blutkörperchen, demnach:

Wasser, Albumin, Faserstoff, Fette (Glyceride), Seifen, Extractivstoffe, worunter Zucker, Harnstoff und milchsaure Alkalien (im Chylus der Pferde) und die anorganischen Salze des Blutplasmas, vorherrschend Chloralkalien, weniger phosphorsaure Alkalien und, wie es scheint, keine schwefelsauren.

Im frischen Chylus der Mesenterialdrüsen in der Nahrungsresorption befindlicher Kaninchen, Katzen und Hunde ist nach Grohe ein durch Weingeist fällbares, kräftig wirkendes zuckerbildendes Ferment enthalten.

Es muss vorläufig noch dahin gestellt bleiben, ob der von verschiedenen Beobachtern constatirte geringe Eisengehalt der Chylusasche als dem Chylus wesentlich anzusehen ist, da er möglicherweise auch von dem Chylus meist beigemischten rothen Blutkörperchen herrühren könnte.

Der Faserstoff des Chylus zeigt eine geringe Contractionsfähigkeit; er bleibt geronnen gallertig und löst sich in Salzlösungen leichter wie der Blutfaserstoff.

Das Albumin zeigt zum Theil den Charakter des Serumcaseins oder Natronalbuminats; es gerinnt nicht in grösseren Flocken beim Kochen, wird durch Essigsäure theilweise gefällt und scheidet sich beim Abdampfen des Chylus in Häuten ab.

Die im Chylus enthaltenen reichlichen Mengen von Alkalien sollen nach den Angaben Lehmann's zum Theil an Albumin, Fettsäuren und Milchsäure gebunden sein.

Allgemeines chemisches Verhalten des Chylus.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Neun bis zwölf Minuten nach der Entfernung aus dem Körper coagulirt der Chylus; das Coagulum, welches sich nach zwei bis vier Stunden contrahirt hat, ist sehr weich, zerreisslich und zuweilen gallertartig; an der Luft färbt es sich, namentlich das von Pferden, röthlich. Das Chylusserum erscheint nach der Abscheidung des Coagulums nie vollkommen klar. Beim Verdünnen mit Wasser wird es nicht stärker getrübt. Beim Kochen mit Wasser entsteht in der Flüssigkeit eine milchige Trübung, aus der sich nur spärliche Klümpchen abscheiden; Essigsäure bewirkt im Chylusserum starke Trübung. Beim Abdampfen der von dem Eiweisscoagulum abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche farblose, durchsichtige Häute. Schüttelt man das Chylusserum mit Aether, so wird es vollkommen klar, zwischen Aether und Serum scheidet sich aber dann eine weissliche Substanz ab (Hüllen der Fettmoleküle?).

Nach den in jüngster Zeit von A. Schmidt veröffentlichten Beobachtungen gerinnt Chylus in wenigen Augenblicken, wenn man ihn mit einer kleinen Quantität defibrinirten Blutes versetzt. Spontan ausgepresstes, ganz klares blutkörperchenfreies Serum beschleunigt ebenfalls die Gerinnung des Chylus, aber in viel geringerem Grade. Je mehr Blutkörperchen das Serum enthält, desto stärker ist die Wirkung. Daraus schliesst A. Schmidt, dass im Chylus fibrinogene Substanz enthalten sei.

Zusatz von Wasser, das mit Kohlensäure gesättigt ist, verzögert die Gerinnung des Chylus um 2½ Stunden. Mit Sauerstoff gesättigtes Wasser ist ohne Einwirkung. Durch Abschluss des Sauerstoffs aber wird die Gerinnung des Chylus ebenfalls verzögert (A. Schmidt).

Quantitative Zusammensetzung des Chylus.

Quantitative Zusammensetzung.

Von dieser gilt alles bei der Lymphe Gesagte. Von einer constanten Zusammensetzung kann natürlich auch hier keine Rede sein, ja die Schwankungen in der Zusammensetzung müssen sich hier der Natur der Sache gemäss noch viel beträchtlicher gestalten, wie bei der Lymphe. Die Schwankungen sind nämlich hier durch noch zahlreichere Momente bedingt, namentlich auch durch die Zusammensetzung des flüssigen Darminhalts, des Blutes, und die relativen Uebergewichte der Kräfte, welche die Chylusgefässe füllen. Die einmal in die Chylusgefässe übergetretene Flüssigkeit muss ferner veränderlich sein, je nach der Zahl der Drüsen, die sie bereits durchströmt hat.

Auch die quantitativen Analysen des Chylus beziehen sich zumeist auf Chylus aus dem Ductus thoracicus und zwar natürlich von Thieren. Wir stellen die vollständigeren derselben in nachstehender Tabelle zusammen. Wir schicken aber derselben noch die Bemerkung voraus, dass man eine Methode der Bestimmung der Chyluskörperchen bisher noch nicht kennt und sich dieselben in den für die übrigen Bestandtheile gefundenen Werthen auf Fibrin und Albumin vertheilen.

Bestandtheile in 1000 Thln.	Pferd Fr. Simon Ductus thoracicus	Katze Nasse	Esel O. Rees Von dem Ductus thoracicus	Hund C. Schmidt	Kuh Lassaigne	Mensch O. Rees
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser . . .	928,23	905,7	902,37	916,65	964,40	905,0
Feste Stoffe . .	71,77	94,3	97,63	83,35	35,60	95,0
Faserstoff . . .	0,72	1,30	3,70	2,12	0,95	Spur
Albumin . . .	49,89	48,90	35,16	35,79	28,00	70,80
Fette	4,89	32,70	36,01	33,02	0,40	9,20
Extractivstoffe	11,42	—	15,65	4,03	0,55	—
Salze . . .		11,40	7,11	8,39	5,70	—
Chlornatrium .	—	7,10	—	—	5,00	—
Alkalisalze . .	—	2,30	—	—	0,20	—
Erdsalze . . .	—	2,00	—	—	0,30	—
Eisenoxyd . .	—	Spur	—	—	—	—

I. Mittel aus 3 Analysen aus Pferdechylus des Ductus thoracicus, mit Erbsen und Hafer gefüttert; VI. Chylus eines Hingerichteten.

Als Resultate von 16 Analysen des Chylus von Pferden ergeben sich folgende Schwankungen: Maximum des Wassergehaltes 967,9, Minimum 871,0; Maximum des Albumingehaltes (aus 11 Analysen) 60,53, Minimum 19,32; Maximum des Fettgehaltes 36,01, Minimum: Spur.

Aus diesen Analysen könnte die allgemeine Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Chylus durchschnittlich reicher an festen Stoffen ist, wie die Lymphe, namentlich aber an Fett, was sich aus der Abstammung des Chylus erklären würde. Allein C. Schmidt ist in neuerer Zeit bei seinen Untersuchungen an Pferden zu wesentlich abweichenden Resultaten gelangt. Nach dem Resultate seiner Analysen würde der Inhalt des Ductus thoracicus von Pferden sich von jenem des rechten grossen Halslymphstammes qualitativ wie quantitativ fast nur durch einen geringen Eisengehalt unterscheiden. Den Gehalt an Fetten fand er nach Heufütterung äussert gering und etwa dem des betreffenden Blutes gleich. Als Beleg geben wir nachstehende Analyse. Dieselbe bezieht sich auf Chylus aus dem Ductus thoracicus eines gesunden Füllens. Das Thier hatte drei Stunden vor dem Versuche Mehlbrei und Heu gefressen:

1000 Grm. Chylus enthalten:				1000 Gr. Serum	1000 Grm. Kuchen
	967,44 Serum	32,56 Kuchen	Summe		
Wasser	927,29	28,90	956,19	958,50	887,59
Feste Stoffe	40,15	3,66	43,81	41,50	112,41
Fett	0,48	0,05	0,53	0,50	1,54
Seifen	0,27	0,01	0,28	0,28	0,27
Fibrin	—	1,27	1,27	—	38,95
Albumin	29,85 }	2,15	34,24	30,85	65,96
Extractivstoffe	2,24 }				
Hämatin	—	0,06	0,06	—	2,05 (incl. 0,14 Eisen)
Salze, excl. Eisen	7,31	0,18	7,49	7,55	5,46
Chlornatrium	5,76	0,08	5,84	5,95	2,30
Natron	1,13	0,04	1,17	1,17	1,32
Kali	0,11	0,02	0,13	0,11	0,70
Schwefelsäure	0,05	—	0,05	0,05	0,01
An Alkalien geb. Phosphorsäure	0,02	0,03	0,04	0,02	0,85
Phosphorsaurer Kalk	0,19	0,01	0,20	0,20	0,25
Phosphorsaure Magnesia	0.5	—	0,05	0,05	0,03
Aschenmenge durch Einäscherung	8,11	0,20	8,31	8,38	6,26
Kohlensäure der Asche	0,80	0,02	0,82	0,83	0,60

Bezüglich des Zucker- und Harnstoffgehaltes verweisen wir auf die Lymphe, wo die vorhandenen Bestimmungen mitgetheilt sind.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung des Chylus unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

Physiologische Schwankungen.

Dass der Chylus je nach den verschiedenen Körperregionen, denen er entnommen wird, auch eine verschiedene Zusammensetzung zeigen muss, ist bereits aus dem über seine Entstehung und Natur Gesagten zur

Genüge ersichtlich. Experimentelle Beweise für diesen Satz hat man bisher wenig beigebracht und zwar einfach wegen der grossen Schwierigkeit, eine genügende Menge von reinem Chylus anderswoher als aus dem Ductus thoracicus zu gewinnen. Doch haben Tiedemann und Gmelin die Zusammensetzung des Chylus eines Pferdes aus dem Ductus thoracicus, hinter den Mesenterialdrüsen und vor denselben verglichen. Das Resultat dieser Analysen ist in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Chylus verschiedener Gefässbezirke.

Bestandtheile für 1000 Theile	Chylus aus Ductus thoracicus	Chylus hinter der Mesenterialdrüse	Chylus vor der Mesenterialdrüse
Wasser	967,9	948,6	871,0
Feste Stoffe	32,1	51,4	129,0
Fibrin	1,9	3,1	Spur
Albumin	19,3	24,3	35,8
Fett	Spur	12,3	90,3 (?)
Extractivstoffe u. Salze	10,1	9,6	

Es erscheint jedoch bedenklich, aus diesen Ergebnissen allgemeine Schlüsse zu ziehen, einmal der Unvollkommenheit der angewandten analytischen Methode wegen, und dann weil ja nicht dargethan ist, dass der jenseits der Drüse fliessende Chylus vor dieser dieselbe Zusammensetzung besass, wie jener, welchen man behufs der vergleichenden Analyse aus den Gefässen vor den Drüsen genommen hatte.

Dass der Chylus erst hinter den Mesenterialdrüsen Faserstoff führe, wie Tiedemann und Gmelin angenommen haben, konnte von anderen Beobachtern nicht bestätigt werden, dagegen sind alle Beobachter darüber einig, dass jenseits der Drüsen die Lymphkörperchen ausserordentlich zunehmen, was, wie wir oben gezeigt haben, auch von der Lymphe gilt, sowie umgekehrt, dass sich der Fettgehalt des Chylus um so mehr vermindere, je mehr sich der Chylus dem Blute nähert. Der Grund letzterer Erscheinung ist wohl darin zu suchen, dass ein Theil des Fettes allmählich verseift wird, während ein anderer vielleicht in den Drüsen zur Zellenbildung verwendet wird.

Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung des Chylus.

Die Nahrung und die Art derselben übt selbstverständlich auf die chemische Zusammensetzung des Chylus einen sehr bedeutenden Einfluss aus, doch ist über diesen Einfluss wenig durch den Versuch festgestellt.

Nach dem Erörterten bedarf es keines weiteren Beweises, dass von eigentlichem Chylus bei hungernden und nüchternen Thieren eigentlich keine Rede sein kann, denn der Chylus entsteht ja erst durch den Uebertritt der im Darm enthaltenen Stoffe: des Chymus, in die Lymphgefässe

des Darms. Die in den Lymphgefässen des Darms hungernder Thiere enthaltene Flüssigkeit wird daher in ihrer Zusammensetzung sich mehr oder weniger der eigentlichen Lymphe nähern.

Ueber die Zusammensetzungsdifferenz des Chylus des Ductus thoracicus von Pferden im nüchternen Zustande und nach der Fütterung mit Hafer haben Tiedemann und Gmelin Versuche angestellt, deren Resultate H. Nasse in Durchschnittszahlen berechnet hat. Wir haben dieselben tabellarisch zusammengestellt.

Bestandtheile für 1000 Theile	Nüchtern	Nach der Fütterung mit Hafer
Wasser	939,7	944,8
Feste Stoffe	60,3	55,2
Fester Rückstand des Chyluskuchens (Fibrin, Chyluskörperchen, Fett)	10,6	4,4
Albumin	40,7	31,4
Fett	Spur	8,2
Extractivstoffe u. Salze	11,40	12,1

Wollte man hieraus allgemeine Schlüsse ziehen, so käme man zu dem sonderbaren Resultate, dass der Chylus gefütterter Thiere reicher an Wasser und ärmer an festen Stoffen und namentlich an Albumin wäre, wie jener nüchterner Thiere. Eine Zunahme würden nach der Fütterung nur das Fett und die Extractivstoffe und Salze erfahren. Allein zu allgemeinen Schlussfolgerungen eignen sich obige Beobachtungen um so weniger, als diesen Beobachtungen andere entgegenstehen, denen zufolge der Chylus gefütterter Thiere reicher an festen Stoffen wäre, wie der nüchterner. Wenn man die von einer Menge von Umständen abhängige Zusammensetzung des Chylus, eines so gemischten Saftes, berücksichsigt, wird man überhaupt von derartigen vergleichenden Untersuchungen nicht viel erwarten dürfen, denn man weiss ja niemals, ob der nach der Fütterung analysirte Chylus vor derselben ebenso zusammengesetzt war, wie die dem nüchternen Thiere entnommene Probe. Sicher ist nur und dies wird von allen Beobachtern gleichmässig constatirt, dass der Fettgehalt des Chylus nach der Fütterung, also während der Verdauung, beträchtlich zunimmt, dagegen kann über den Einfluss der Nahrung auf den Albumin- und Fibringehalt schon deshalb nichts Sicheres constatirt werden, weil diese Bestandtheile zum Theil durch Transsudation aus dem Blute in den Chylus gelangen, zum Theil aber auch in wechselnden Mengen durch die Lymphe dem Ductus thoracicus, auf den sich ja alle diese Analysen nur beziehen, zugeführt werden.

Einfluss der Art der Nahrung.

Was die Art der Nahrung anbetrifft, so weiss man über den Einfluss derselben auf die Beschaffenheit des Chylus ebenfalls nur wenig. Fettreiche Nahrung, sowie Fleischnahrung, die ja immer auch erhebliche Mengen von Fett in sich schliesst, bedingt Vermehrung des Fettgehalts. Dagegen bedingen Kohlehydrate nach den Erfahrungen von Lehmann keine entschiedene Vermehrung des Chylusfetts.

Ueber die pathologischen Veränderungen des Chylus sind Untersuchungen nicht angestellt.

Methode der Analysen.

Die Methoden der quantitativen Analysen des Chylus sind die der Analyse des Blutplasmas. Eine Methode der Bestimmung der Lymph- oder Chyluskörperchen fehlt.

Bildung des Chylus und physiologische Bedeutung desselben.

Bildung des Chylus.

Der Chylus ist das Product der Vereinigung der Lymphe mit den aus dem Darme in die Lymphgefässe desselben übertretenden Stoffen. Es kann demnach darüber, wie seine Bildung zu Stande kommt, kein Zweifel herrschen.

Was nun aber die einzelnen Bestandtheile desselben anbelangt, so hat man über ihren Ursprung für die Physiologie der Blutbildung und Ernährung nicht unwichtige Fragen aufgeworfen, allein diese Fragen erscheinen noch keineswegs definitiv gelöst. Eine diese Fragen betrifft den Ursprung des Albumins des Chylus. Da die Albuminate der Nahrung durch den Verdauungsprocess in Peptone (s. S. 145): nichtcoagulable Materien, umgewandelt werden, so müssen diese irgendwo um den Verbrauch von Albumin im Blute zu decken, wieder in Albumin zurückverwandelt werden und es steht nun zur Frage, ob diese Rückverwandlung bereits im Darme oder erst in den Chylusgefässen stattfindet. Frerichs bekennt sich zur ersteren Ansicht, Lehmann zur letzteren. Beide stützen sich dabei auf Versuche, deren Resultate aber keineswegs strict beweisend sind und daher Interpretationen nöthig machen, die bereits dem Gebiete der Hypothese angehören. Da deshalb die Angelegenheit noch als eine offene Streitfrage anzusehen ist, halten wir es nicht für nöthig, hier näher darauf einzugehen. Die andere Frage bezieht sich auf den Ursprung des Faserstoffs des Chylus. Auf Grund der Beobachtungen von Tiedemann und Gmelin hat man angenommen, dass der Chylus erst jenseits der Mesenterialdrüsen Faserstoff führe, allein die späteren Beobachter, namentlich Colin, haben die Unrichtigkeit dieser Annahme dargethan. Dadurch fällt nun natürlich die Hypothese, dass sich das Fibrin erst in den Drüsen aus den Peptonen erzeuge, in sich selbst zusammen. Am Wahrscheinlichsten ist es, dass der Faserstoff des Chylus vom Blutplasma und von der Lymphe stammt.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Chylus liegt auf der Hand. Der Chylus führt die assimilirten Elemente der Nahrung dem Blute zu

und erscheint dadurch, einerseits als eine Mittelstufe zwischen Nahrung und Blut und anderseits als Ergänzungsmaterial des Blutes; er ist, wenn man will, werdendes Blut. Insofern aber gleichzeitig mit ihm auch die Lymphe in das Blut und zwar durch denselben Canal einströmt, führt er natürlich auch Umsatzstoffe der Gewebe, die nur deshalb in das Blut geführt werden, um hier weiter verbrannt, oder als solche durch die Colatorien des Organismus: Haut, Lunge und Nieren, ausgeschieden zu werden. Diese Stoffe gehören aber dem Chylus im engeren Sinne nicht wesentlich an und vermögen namentlich nicht seinen recrementiellen Charakter in Frage zu stellen.

Literatur zu Lymphe und Chylus.

Literatur zur Chemie der Lymphe und des Chylus: H. Nasse: Artikel Lymphe im Handwörterb. d. Physiologie. Bd. II, S. 363. — Lehmann: Zoochemie, S. 227. — Gubler et Quevenne: Gaz. méd. de Paris 1854. Nr. 24, 27, 30, 34. — Poiseuille et Léfort: Compt. rend. T. XLVI, p. 677. — A. Wurtz: Ibid. T. XLIX, p. 453. — Colin: Traité de physiol. comp. 1856. T. II. — Scherer: Dessen Jahresber. über phys. Chem. in Cannstatt's Jahresber. f. d. ges. Medicin für 1857. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. Bd. II, S. 572 u. ff. Chylus: H. Nasse: Handwörterb. der Physiologie. Artikel Chylus. Bd. I, S. 221. — Tiedemann u. Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen. 1831. Bd. I, S. 162, u. Bd. II, S. 66. — Frerichs: Handwörterb. der Physiol. Artikel Verdauung. Bd. III. — Lehmann: Zoochemie, S. 216 u. ff. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. Bd. II, S. 659. — A. Schmidt: Ber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1861, S. 360. — Derselbe: Chem. Centralbl. 1861, S. 403. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1861, S. 545. 675. — C. Schmidt: Bullet. de St. Petersbourg. 1861. Tb. III, p. 355. — F. Grohe: Greifswald. med. Beitr. III, S. 1.

III. Chemie der serösen Flüssigkeiten.

Seröse Transsudate.

Zu den serösen Flüssigkeiten des Thierkörpers zählt man nicht allein die in der Höhle der serösen Säcke enthaltenen Flüssigkeiten, sondern die Transsudate im Allgemeinen: die aus den Capillaren austretenden Antheile der Intercellularflüssigkeit des Blutes.

In diesem Sinne zählen zu den Transsudaten alle jene Flüssigkeiten, welche aus den Blutgefässen ohne Zerreissung derselben in geschlossene oder offene Höhlen des Körpers, in das Parenchym der Organe, oder auch wohl auf die Oberfläche des thierischen Körpers ergossen werden.

Es gehören hierher:

a) Die in den serösen Säcken des Körpers enthaltenen Flüssigkeiten: Cerebrospinalflüssigkeit, Pericardialflüssigkeit, Peritonaealflüssigkeit, Pleuraflüssigkeit, Hodenflüssigkeit, Synovia.

b) Augenwasser und Thränen, Humor aqueus, Amniosflüssigkeit, parenchymatöse Transsudate.

c) Pathologische Transsudate: excessiv gewordene seröse Transsudate, hydropische Flüssigkeiten, Hydatidenflüssigkei-

ten, Hautblasenflüssigkeiten, Transsudate der Darmcapillaren (Darmcatarrh, Cholera, dysenterisches Transsudat).

Da diese Transsudate sowohl in ihren physikalischen Charakteren, als auch in ihrer Zusammensetzung, da sie alle von einer Quelle: dem Blute, stammen, grosse Uebereinstimmung zeigen, so erscheint es zweckmässig, sie zunächst collectiv abzuhandeln.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere der serösen Flüssigkeiten im Allgemeinen. Die serösen Flüssigkeiten sind häufig klar und vollkommen durchsichtig, farblos, zeigen aber meist deutliche weissliche Fluorescenz, zuweilen aber sind sie mehr oder weniger durch verschiedenartige suspendirte Stoffe, wie zellige Elemente, Cholesterin, Fett, Fibrin etc., getrübt. Ihre Farbe ist gewöhnlich blassgelb, oder gelblichgrün, zuweilen aber sind sie auch röthlich gefärbt; sie besitzen schwach salzigen, faden Geschmack und schwach alkalische Reaction. Ihr specifisches Gewicht ist durchschnittlich geringer, wie das des Blutserums.

Die serösen Flüssigkeiten führen keine ihnen eigenthümliche Formelemente. Man beobachtet darin zuweilen Blutkörperchen, Zellengebilde, Molekularkörnchen, Epithelien, Cholesterinkrystalle und Fettausscheidungen, welche aber mehr als zufällige Elemente anzusehen sind.

Chemische Bestandtheile der serösen Flüssigkeiten.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile der serösen Flüssigkeiten sind die des Blutplasmas oder die des Blutserums, demnach:

Wasser, Serumalbumin, fibrinoplastische (Globulin) und fibrinogene Substanz (erstere nicht constant), Fette (Glyceride), Seifen, Cholesterin, Extractivstoffe und die anorganischen Salze des Blutserums, endlich die Blutgase.

Als nicht constante Bestandtheile wurden nachgewiesen:

Parafibrin, Paralbumin, Metalbumin, Caseïn- und Myosinähnliche Albuminate (in den Cysten von Ovarial- und Thyreoidalgeschwülsten), Mucin und Schleimpepton (in Ovarialcysten), Harnstoff, Leucin und Tyrosin (bei Leberkrankheiten und in vereiternden Transsudaten), Zucker, Gallensäuren, Gallenfarbstoff, milchsaure Salze, bernsteinsaure Salze, Kreatin und Kreatinin? Harnsäure, Xanthin, Guanin?, Inosit (in Echinococcusflüssigkeiten), Hämoglobin und Methhämoglobin (in Kropfcysten).

Das Auftreten der meisten dieser, nur in pathologischen Transsudaten vorkommenden, nicht constanten Bestandtheile scheint Folge tiefer greifender Ernährungsstörungen zu sein.

Allgemeines chemisches Verhalten der serösen Flüssigkeiten.

Es ist meist das des Blutserums, da die Mehrzahl der hierher gehörigen Flüssigkeiten nicht freiwillig gerinnt; wenn aber auch letzteres der Fall ist, so kommt es doch nur sehr selten zu einer wirklichen Kuchenbildung, indem der Faserstoff sich nur in Flocken ausscheidet. Zuweilen ist es beobachtet, dass eine wirkliche Gerinnung stattfindet und die Flüssigkeit in eine homogene zitternde Gallerte verwandelt wird, welche sich bei längerem Stehen zu einem Faserstoffkuchen zusammenzieht, oder sich in ein feinflockiges sedimentirendes Gerinnsel verwandelt (Parafibrin).

Allgemeines chemisches Verhalten.

Nach den Beobachtungen von A. Schmidt bewirkt defibrinirtes Blut Coagulation seröser Transsudate, welche für sich gar nicht gerinnen, nämlich dann, wenn dieselben fibrinogene aber keine fibrinoplastische Substanz enthalten; auch Zusatz von Chylus oder Lymphe, Eiter und Eiterserum hat zuweilen dieselbe Wirkung.

Quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten.

Die serösen Flüssigkeiten, welche sich im Thierkörper vorfinden, gleichviel ob normal, ob endlich pathologisch als excessive Ausscheidung normaler Transsudate, oder als nur unter pathologischen Verhältnissen erfolgende Durchschwitzung, sind nicht Producte eines eigenthümlichen durch Drüsen vermittelten Secretionsprocesses, sondern das Resultat eines einfachen durch die Gefässwand erfolgenden Austritts der Intercellularflüssigkeit des Blutes. Da aber dieser Austritt durch eine Membran erfolgen muss, deren Beschaffenheit keineswegs allen Bestandtheilen dieser Intercellularflüssigkeit oder des Blutplasmas den Durchtritt: die Osmose, gleich leicht gestattet, die vielmehr wie alle thierische Membranen für gewisse Stoffe leichter durchdringlich ist, wie für andere, so ist es klar, dass das Verhältniss der Bestandtheile in der transsudirten Intercellularflüssigkeit ein anderes sein muss, wie in dem Blute. Da nun die Gefässwände für Wasser am leichtesten durchdringlich sind, so werden folgerichtig die serösen Flüssigkeiten auch wasserreicher und im Allgemeinen ärmer an festen Bestandtheilen sein müssen, wie das Blutplasma und dies ist denn auch thatsächlich der Fall. Weiter lehren die Studien über die osmotischen Eigenschaften der thierischen Membranen, dass Salzlösungen und die Extractivstoffe leichter hindurchgehen, wie Albumin und Fibrin und letzteres wieder schwieriger wie ersteres, und es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn wir in den serösen Flüssigkeiten die Salze und Extractivstoffe dem Albumin gegenüber relativ vermehrt finden und wenn das Fibrin häufig ganz fehlt, oder jedenfalls

Quantitative Zusammensetzung.

in weit geringerer Menge in den Transsudaten enthalten ist, wie im Blute. Doch giebt es von dieser Regel sehr bemerkenswerthe Ausnahmen, es giebt nämlich Fälle, wo das quantitative Verhältniss der einzelnen Bestandtheile in dem Transsudate keineswegs diesen Regeln folgt, wo wir also jedenfalls eine durchgreifende Veränderung der osmotischen Qualität der Gefässwände anzunehmen genöthigt sind. Wir kommen weiter unten darauf zurück.

Es ist überhaupt hervorzuheben, dass die quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten, abgesehen von der Beschaffenheit der Capillargefässwände, auch von anderen Momenten abhängig ist. Obgleich es noch weiterer Untersuchungen bedürfen wird, um alle diese Momente und ihren Wirkungswerth zu ermitteln, so ist doch dazu von C. Schmidt ein werthvoller Anfang gemacht.

Einflüsse, von welchen dieselbe abhängig ist.

Im Allgemeinen ist die qualitative und quantitative Zusammensetzung der serösen, gleichviel ob normalen, ob pathologischen Transsudate abhängig:

1. Von der Permeabilität der Gefässwände;
2. von der Beschaffenheit des Blutes;
3. von der Schnelligkeit der Blutbewegung in den Capillaren;
4. von dem Capillargefässsysteme.

Da die beiden ersten Momente einer weiteren Erläuterung wohl nicht bedürfen, so fassen wir hier nur die beiden letzteren ins Auge.

Einfluss der Schnelligkeit der Blutbewegung in den Capillaren. Derselbe giebt sich vorzugsweise dadurch zu erkennen, dass je verlangsamter die Blutströmung wird, oder je mehr dieselbe ins Stocken geräth, desto häufiger die Transsudate fibrinhaltig und zugleich albuminreicher werden.

Einfluss des Capillargefässsystems. Derselbe bezieht sich insbesondere auf den Albumingehalt der Transsudate; nach den Beobachtungen von C. Schmidt scheint der Albumingehalt der Transsudate jedes Capillargefässsystems, oder vielleicht deutlicher jeder Capillargefässzone nahezu constant zu sein, und zwar sind:

Am reichsten an Albumin: die Pleuratranssudate.
Hierauf folgen in absteigender Ordnung: die Peritonäaltranssudate,
die Hirncapillartranssudate,
die Unterhautzellgewebstranssudate.

Dieses Gesetz tritt natürlich nur dann in volle Geltung, wenn verschiedene Transsudationen unter gleichen Bedingungen: bei einem und demselben Individuum und gleichzeitig erfolgen.

Doch machen sich auch noch andere Einflüsse geltend. Wenn z. B. dem Blute auf anderen Wegen, wie bei Morbus Brighti durch den Harn, grosse Albuminmengen entzogen werden, so wird ein durch irgend ein

Capillargefässsystem erfolgendes Transsudat ärmer an Albumin; ist das Blut sehr wässerig, so wird der Faserstoffgehalt des Transsudates, auch wenn er vorhanden wäre, kaum nachweisbar sein, da ja das Transsudat immer wässeriger ist, wie die Intercellularflüssigkeit des Blutes, und selbst in diesem der Faserstoff dem Gewichte nach nur etwa $^1/_{40}$ des Albumins beträgt.

Ein anderes, die Zusammensetzung der Transsudate beeinflussendes Moment ist erst in letzterer Zeit ermittelt. Stagniren Transsudate lange in serösen Säcken, ohne ganz resorbirt und ohne nach aussen entleert zu werden, so kann ein Theil ihres Wassers und ihrer Salze in das Blut zurücktranssudiren und sie werden dadurch concentrirter. Einschlägige Beobachtungen wurden von F. Hoppe und W. Müller gemacht.

Nach allen diesen Erörterungen versteht es sich von selbst, dass die quantitative Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten die allergrössten Verschiedenheiten zeigen kann und wir vermögen daher durch Mittheilung einiger Analysen wohl Belege für diesen Satz, nicht aber einen allgemeingültigen Zahlenausdruck für ihre Zusammensetzung zu geben. Wohl aber werden diese Analysen dazu dienen können, die oben besprochenen Gesetzmässigkeiten ihrer Zusammensetzung zu erläutern, die sich, wie hier ein- für allemal bemerkt sein mag, nicht allein auf die normalen, sondern auch auf die pathologischen Transsudate beziehen. Die pathologischen Transsudate sind überhaupt häufig nichts anderes, wie excessiv gesteigerte normale Transsudate und zwar unter Bedingungen der Kreislaufstörungen, die es nach dem Angeführten ohne Weiteres einsehen lassen, warum sie durchschnittlich reicher an Albumin sind, wie die normalen Transsudate.

Wir geben in Folgendem eine Uebersicht über die wichtigsten normalen und pathologischen Transsudate und schliessen daran tabellarische Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung.

Cerebrospinalflüssigkeit.

Eine in den Subarachnoidealräumen enthaltene und eine flüssige Atmosphäre um Gehirn und Rückenmark bildende seröse Flüssigkeit.

Cerebrospinalflüssigkeit.

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der serösen Transsudate wurde darin von Bussy, Turner und F. Hoppe ein Stoff aufgefunden, der Kupferoxyd in alkalischer Lösung reducirte, basisch salpetersaures Wismuth bei Gegenwart von kohlensaurem Natron schwärzte, sich durch Kali bräunte, aber optisch unwirksam und nicht gährungsfähig war. Vielleicht ist dieser Stoff identisch mit dem von Bödeker im Harn aufgefundenen und unter dem Namen Alcapton beschriebenen Körper (S. 285).

Cl. Bérnard dagegen findet bei allen gut genährten Thieren Zucker in der Cerebrospinalflüssigkeit. Wahrscheinlich hat er sich aber dabei nur von der Kupferreductionsprobe leiten lassen.

Das Albumin ist nach Hoppe vorzüglich in der Modification des sogenannten Natronalbuminats vorhanden. Spontane Gerinnung tritt nicht ein. Die Flüssigkeit reagirt stark alkalisch, und ist sehr arm an festen Stoffen überhaupt und namentlich an organischen.

Das Verhältniss der anorganischen Salze in der Flüssigkeit der Choroidalplexus des Gehirns macht von der Regel, dass in den Transsudaten die Salze des Blutplasmas in wenig geändertem Verhältnisse enthalten sind, eine Ausnahme; nach den Beobachtungen von C. Schmidt überwiegen darin nämlich die Kalisalze und Phosphate.

Pericardialflüssigkeit.

Pericardialflüssigkeit.

Man versteht darunter den flüssigen Inhalt des Herzbeutels.

Er enthält zuweilen beide Componenten des Faserstoffs und gerinnt dann spontan, zuweilen nur fibrinogene Substanz, im Uebrigen aber die gewöhnlichen Bestandtheile der serösen Transsudate.

Synovia.

Synovia.

Das Secret der Synovialkapseln der Gelenke: seröser mit Epithelialüberzug versehener Membranen; diese Flüssigkeit dient dazu, die Gelenktheile glatt und schlüpfrig zu erhalten.

Die Synovia ist ein klares, farbloses, oder gelblich gefärbtes Liquidum von schleimiger, fadenziehender Consistenz und alkalischer Reaction. Sie enthält von ihr allerdings nicht eigenthümlichen Formelementen, abgestossene Theile des Epithelialüberzuges der Kapsel und granulirte Kernkörperchen.

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der serösen Transsudate wies Frerichs darin löslichen Schleimstoff nach. Der Gehalt an festen Stoffen ist viel bedeutender, wie bei anderen serösen Transsudaten, im Uebrigen aber, wie es scheint, von Ruhe und Bewegung des Thieres abhängig.

Amniosflüssigkeit, Fruchtwasser.

Amniosflüssigkeit.

Der Fötus der Säugethiere und des Menschen ist von einer Membran: der Schafhaut (Amnion), umhüllt, welche dem Körper desselben anfänglich dicht anliegt, sich aber allmählich von demselben entfernt, indem sich zwischen ihm und der Schafhaut eine Flüssigkeit ansammelt, in welcher der Fötus an der Nabelschnur hängend schwimmt. Diese Flüssigkeit ist das Fruchtwasser.

Das Fruchtwasser ist insofern als kein reines Transsudat zu betrachten, als es jedenfalls theils von der Mutter, theils vom Fötus herzuleiten ist und demselben vielleicht sogar Harn des letzteren beigemengt ist. Die Amniosflüssigkeit des Menschen ist trübe, gelblich bis bräunlich ge-

färbt und setzt bei längerem Stehen ein aus weisslichen Flocken bestehendes Sediment ab. Der Geruch ist fade, der Geschmack schwach salzig, die Reaction neutral bis schwach alkalisch, das specifische Gewicht sehr schwankend (von 1,002 bis 1,028). Unter dem Mikroskop zeigt sie Schleimkugeln, Pflaster- und Flimmerepithelien.

Ihre Bestandtheile sind ausser den gewöhnlichen der Transsudate, ein dem Schleimstoff und Pyin sehr ähnlicher Körper (Scherer) und wahrscheinlich auch milchsaure Salze und Kreatinin. Harnstoff scheint darin bald vorzukommen, bald zu fehlen. Kohlensaures Ammoniak, welches von einigen Beobachtern darin gefunden wurde, dürfte von einer Zersetzung des Harnstoffs abzuleiten sein. In dem Fruchtwasser der Kühe fand Prout in einem Falle Milchzucker, dagegen glaubt Cl. Bérnard in der Allantois- und Amniosflüssigkeit der Kühe Traubenzucker gefunden zu haben. Nach Stas wären in der Amniosflüssigkeit der Kühe auch kohlensaure Alkalien und freie Kohlensäure. In der Amniosflüssigkeit des Huhnes endlich fand Stas saures kohlensaures Ammoniak. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Vogt und Scherer ist die Amniosflüssigkeit in den früheren Schwangerschaftsmonaten reicher an aufgelösten festen Stoffen und namentlich an Albumin, wie in den späteren Monaten.

Humor aqueus.

Humor aqueus.

Diese seröse Flüssigkeit erfüllt die beiden Augenkammern, ist klar, von alkalischer Reaction und von geringem specifischen Gewichte (1,003 bis 1,009).

Ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der Transsudate enthält der Humor aqueus wägbare Mengen von Harnstoff.

Eine ähnliche Zusammensetzung und Beschaffenheit zeigt die Flüssigkeit des Glaskörpers.

Thränen.

Thränen.

Obgleich die Thränen eigentlich und strenge genommen insofern nicht zu den Transsudaten gehören, als sie als Secret der Thränendrüsen zu betrachten sind, so stimmt doch ihre Zusammensetzung mit jener der eigentlichen Transsudate so sehr überein, dass sie am zweckmässigsten hier abgehandelt werden. Sie stellen eine nahezu klare, alkalisch reagirende Flüssigkeit dar, welche die gewöhnlichen Bestandtheile der Transsudate, ausserdem aber auch Schleim führt.

Hydropische Flüssigkeiten. Hydrops fibrinosus und serosus der Pathologen.

Hydropische Transsudate.

Flüssigkeitsansammlungen im Körper in Folge krankhafter Vor-

gänge und Kreislaufstörungen werden im Allgemeinen mit dem Namen Hydrops, Wassersucht, bezeichnet. Diese Ansammlungen finden statt:

Arten derselben.

1) In den serösen Höhlen des Körpers: Wassersucht der Pleura (Hydrothorax), Wassersucht des Herzbeutels (Hydrops Pericardii), Bauchwassersucht (Hydrops Peritonei, H. ascites), Wassersucht der Scheidenhaut des Hodens (Hydrocele), Wassersucht der Schädelhöhle (Hydrocephalus), Wassersucht des Rückenmarkscanals (Hydrorhachis), Wassersucht des Auges (Hydrophtalmus).

2) Zwischen dem Parenchym der Organe. Oedem der Pathologen: Ist der Sitz der Wasseransammlung das Unterhautzellgewebe, so heisst die Krankheit Hautwassersucht (Anasarca); ist der Sitz dagegen in Organen, so führt das Oedem dem entsprechende Namen (Oedema pulmonum, Oedema glottidis).

3) Innerhalb neugebildeter pathologischer seröser Säcke. Hierher gehören die Wasserblasen (Hydatiden), die Balgschwülste, Flüssigkeiten der Echinococcus- und Acephalocystensäcke.

Die Bestandtheile dieser pathologischen serösen Flüssigkeiten sind im Allgemeinen die der übrigen Transsudate. Weiterhin enthalten sie wie es scheint constant: Harnstoff, Harnsäure und Cholesterin (Naunyn).

Aussergewöhnliche Bestandtheile.

Ausserdem wurde in einem Falle von Hydrothorax in der durch Paracentese entleerten Flüssigkeit eine eigenthümliche mit dem Syntonin nahe übereinstimmende Modification des Fibrins: Parafibrin, nachgewiesen und bei Hydrops Ovarii, Paralbumin und Metalbumin aufgefunden.

In der Flüssigkeit der Echinococcusbälge und der Hydrocele wurde die Gegenwart der Bernsteinsäure und des Inosits constatirt.

Tritt in den Transsudaten Vereiterung ein, so findet man das Leucin beträchtlich vermehrt, und es treten Xanthin und Tyrosin auf, während Harnstoff und Harnsäure zurücktreten und endlich gänzlich verschwinden (Naunyn).

Zu den pathologischen serösen Transsudaten zählen noch das blutzellenfreie Wundsecret, die Vesicantienhautblasen, Pemphigusblasen u. dgl. mehr, ferner die Darmcapillartranssudate bei der Cholera, nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen und bei der Ruhr.

Ueber die dabei stattfindenden quantitativen Verhältnisse hat C. Schmidt interessante Beobachtungen angestellt, auf die wir zurückkommen.

Uebersichtliche Beispiele der quantitativen Zusammensetzung der normalen serösen Transsudate und einiger pathologischer sind in nachstehender Tabelle enthalten und in derselben die mittlere Zusammensetzung des Blutplasmas der Vergleichung halber vorangestellt.

Tabellarische Uebersicht der quantitativen Zusammensetzung der serösen Flüssigkeiten.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Blutplasma nach C. Schmidt.	Cerebrospinalflüssigkeit des Menschen. F. Hoppe.	Cerebrospinalflüssigkeit des Hundes. C. Schmidt.	Pericardialflüssigkeit des Menschen. Gorup-Besanez.	Fruchtwasser. Scherer.	Humor aqueus des Kalbes. Lohmeyer.	Glaskörper des Auges. Lohmeyer.	Thränen. Lerch.	Hydrops Ascites. J. Vogel.	Hydrops Pleurae. C. Schmidt.	Hydrocele. W. Müller.	Hydrocephalus acutus. C. Schmidt.	Darmcapillartranssudat nach Laxanzen. C. Schmidt.	Dysenterisches Transsudat. C. Schmidt.
Wasser	901,51	987,49	988,21	955,13	991,4	986,870	986,400	982,0	946,0	936,0	934,0	986,8	969,7	958,6
Feste Stoffe	98,49	12,51	11,79	44,87	8,6	13,130	13,600	18,0	54,0	64,0	66,0	13,2	30,3	41,4
Fibrin	8,06	—	—	0,81	—	—	Häute 0,210	—	—	0,6	—	—	—	—
Albumin	81,92	1,62	2,37	24,68	0,82	1,223	1,360	5,0	33,0	52,8	51,7	3,74	1,6	15,0
Extractivstoffe		10,52		12,69	0,60	4,210	3,224	—	13,0	3,0	5,1		20,1	14,6
Anorganische Salze	8,51		9,48	6,69	7,10	7,697	8,802	13,2	8,0	7,4	9,2	9,48	8,58	11,8
Chlorkalium	0,359	—	—	—	—	0,113	0,605	—	—	—	—	2,181	2,680	—
Chlornatrium	5,546	—	—	—	—	6,890	7,757	13,0	—	—	—	4,438	2,056	—
Schwefelsaures Kali	0,281	—	—	—	—	0,221	0,148	—	—	—	—	0,096	0,667	—
Phosphorsaures Natron	0,271	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,613	0,658	—
Natron	1,532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,842	1,960	—
Phosphorsaurer Kalk	0,298	—	—	—	—	0,473	0,101	—	—	—	—	0,307	0,325	—
Phosphorsaure Bittererde	0,218	—	—	—	—		0,032	—	—	—	—		0,232	—
Kalkerde	—	—	—	—	—	—	0,133	—	—	—	—	—	—	—

Wir haben eine Analyse der Synovia in vorstehender Tabelle nicht aufgenommen, da sich ein allgemeiner Ausdruck dafür kaum geben lässt. Die Analysen von Frerichs haben nämlich gezeigt, dass die Zusammensetzung der Gelenkschmiere von dem Zustande der Ruhe und Bewegung ganz wesentlich abhängig ist. Thiere, die anhaltend im Stalle verbleiben, ebenso Neugeborene führen stets eine weit grössere Menge Synovia, die farblos, wenig klebrig und arm an Schleimstoff ist. Bei starker und häufiger Bewegung dagegen ist die Menge der Synovia fast um die Hälfte geringer; sie ist dicklicher, klebriger, reicher an Schleimkörperchen, reicher an Schleimstoff, aber ärmer an anorganischen Salzen. Diese Verhältnisse macht nachstehende die Analysen von Frerichs enthaltende Tabelle übersichtlich.

Einfluss von Ruhe und Bewegung auf die Zusammensetzung der Synovia.

Bestandtheile für 1000 Theile	I	II.	III.
	Synovia eines neugeborenen Kalbes	Synovia eines im Stalle gemästeten Ochsen	Synovia eines auf die Weide getriebenen Ochsen
Wasser	965,7	969,9	948,5
Feste Stoffe	34,3	30,1	51.5
Schleimstoff	3,2	2,4	5,6
Albumin und Extractivstoffe	19,9	15,7	35,1
Fette	0,6	0,6	0,7
Anorganische Salze	10,6	11,3	9,9

Unter den pathologischen Transsudaten sind es die Transsudate der Darmcapillaren, wie dieselben bei der asiatischen Cholera, nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen und in Folge des dysenterischen Processes auftreten, die ein besonderes chemisches Interesse und zwar deshalb beanspruchen, weil sich in ihrer Zusammensetzung eine zur Zusammensetzung des Blutes in nächster Beziehung stehende Gesetzmässigkeit kundgiebt.

Eigenthümlichkeit der Cholera-transsudate.

Die Choleratranssudate und ebenso die Transsudate nach dem Gebrauche drastischer Laxanzen, sind verhältnissmässig arm an Albumin und organischen Substanzen überhaupt, sie sind überwiegend reich an Wasser und relativ reicher an anorganischen Salzen; letztere zeigen ferner in ihrem gegenseitigen Gewichtsverhältnisse bedeutende Abweichungen. Es wiegen nämlich die Kalisalze und Phosphate viel mehr vor, wie bei anderen Transsudaten. Dem entsprechend findet man bei der Analyse des Cholerablutes den Salzgehalt der Blutkörperchen vermindert. Es treten also bei der Cholera und bei Darmcapillartranssudation in Folge

des Gebrauchs drastischer Laxanzen, aus den Blutkörperchen durch Diffusion Kalisalze und Phosphate in das Serum über und gelangen von hier in das Transsudat.

Bei anderen Transsudationsprocessen des Darms, so bei der Ruhr, erscheint das Transsudat albuminreicher und überhaupt reicher an festen Stoffen. Die Qualität der Transsudation stimmt überhaupt mit anderen albuminreichen pathologischen Transsudationen überein.

Bildung und physiologische Bedeutung der Transsudate.

Physiologische Bedeutung

Nach dem Angeführten erscheint eine weitere Erörterung über die Art der Bildung der Transsudate überflüssig; schon ihre Begriffsbestimmung sagt das, was man überhaupt darüber weiss. Die physiologische Bedeutung der normalen Transsudate ist zum Theil eine mechanische, zum Theil eine physikalische; ihre etwaige Bedeutung für den Stoffwechsel kennt man nicht.

Als Anhang zu den Transsudaten findet am zweckmässigsten das Wichtigste über den Eiter hier seine Stelle.

Eiter.

Eiter.

Der Eiter ist eine flüssige, pathologische Neubildung, welche sich dadurch von den pathologischen serösen Transsudaten unterscheidet, dass er ihm eigenthümliche und wesentliche mikroskopische Formelemente enthält: die Eiterkörperchen, dass er demnach ähnlich dem Blute, anatomisch in einen aufgeschwemmten und in einen gelösten Theil geschieden werden muss, während die serösen Transsudate einfache Lösungen darstellen, oder wenigstens keine ihnen eigenthümliche Formelemente zeigen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere des Eiters. Der Eiter stellt eine rahmartige, dickliche Flüssigkeit dar, die undurchsichtig, vollkommen homogen ist und sich zwischen den Fingern weich und fettig anfühlt. Er besitzt einen eigenthümlichen Geruch, einen faden, süssen Geschmack, zeigt gewöhnlich alkalische Reaction, und ein sich innerhalb 1,030 bis 1,033 bewegendes specifisches Gewicht.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der Eiter besteht, aus in der Flüssigkeit suspendirten, eigenthümlichen Formelementen und dem Eiterserum oder Plasma.

Die mikroskopischen Formelemente des Eiters sind folgende:

a. Eiterkörperchen; dieselben stimmen im Allgemeinen in ihrem histologischen und mikrochemischen Verhalten mit den farblosen Blutzellen, Lymphkörperchen etc. überein. Ihr Durchmesser beträgt 0,004 bis 0,005 Linien.

b. Molekularkörnchen und zuweilen sogenannte Entzündungskugeln.

c. Fetttröpfchen.

Das Eiterserum ist vollkommen klar, farblos oder schwach gelblich gefärbt, von schwach alkalischer Reaction und gerinnt beim Erhitzen zu einer dicklichen weissen Masse.

Chemische Bestandtheile des Eiters.

Constante Bestandtheile.

Chemische Bestandtheile.

Wasser, Serumalbumin, ein dem Globulin(?) oder dem Myosin ähnliches Albuminat, Fette: Oelsäure- und Palmitinsäure-Glycerid, Seifen: ölsaure und palmitinsaure Alkalien, Cholesterin, Protagon und phosphorhaltiges Fett (Lehmann, Bödeker, Hoppe-Seyler, H. Fischer). Extractivstoffe, anorganische Salze, worunter sehr viel Chlornatrium, dann phosphorsaure Alkalien, kohlensaure Alkalien (Lehmann), schwefelsaurer Kalk? (in der Asche nach Lehmann), phosphorsaure Erden und etwas Eisenoxyd.

Nicht constante Bestandtheile.

Mucin (im Eiter entzündeter Schleimhäute), Chondrin (von Bödeker im Eiter eines Congestionsabscesses nachgewiesen), Glutin (von Bödeker im Eiter eines Schenkelabscesses nachgewiesen), Chlorrhodinsäure (Eiter bei Phosphornekrose, in Congestionsabscessen, im Krebssafte, Bödeker), Pyocyanin und Pyoxanthose (im abnormen blauen Eiter), Gallensäuren und Gallenpigment (im Eiter eines Schenkelabscesses bei catarrhalischem Icterus gefunden), Zucker (im Eiter von Diabetikern), Harnstoff. Im zersetzten alkalischen Eiter und in saurem Eiter, wie man ihn bei jauchenden Zellhautabscessen und bei Carbunkeln findet, wies H. Fischer Leucin und flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Buttersäure und Valeriansäure nach.

Allgemeines chemisches Verhalten des Eiters.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Eiterkörperchen haben ein viel geringeres Senkungsvermögen wie die rothen Blutkörperchen, sie setzen sich daher nur sehr langsam ab; doch lassen sie sich, wenngleich nur sehr langsam, filtriren. Wenn man abfiltrirte Eiterkörperchen mit Wasser wäscht und den Rückstand mit etwa 10procentiger Kochsalzlösung behandelt, so erhält man eine trübe dickschleimige Masse, filtrirt man dieselbe, so erhält man ein opalisirendes Filtrat, welches mit destillirtem Wasser einen Niederschlag von den Eigenschaften des Myosins giebt (Hoppe-Seyler). Der Eiter coagulirt beim Erhitzen wie eine Albuminlösung, das Coagulum schliesst aber die Eiterkörperchen in sich ein und es wird der Eiter durch jene Reagentien, welche

Albuminate fällen, präcipitirt. Längere Zeit der Luft ausgesetzt, geht er zuweilen in saure Gährung über. Dieselbe tritt namentlich bei mittlerer Temperatur in lufthaltenden verkorkten Gefässen ein; der Eiter nimmt dabei allmählich deutlich saure Reaction an; es bilden sich flüchtige und nichtflüchtige Fettsäuren aus den im Eiter enthaltenen Glyceriden. Bluthaltiger Eiter oder sogenannter schlechter Eiter gehen meist sofort, ohne vorher der sauren Gährung unterlegen zu haben, in die alkalische, d. h. in Fäulniss über.

Quantitative Zusammensetzung des Eiters.

Quantitative Zusammensetzung.

Wir besitzen keine Methode, die Eiterkörperchen dem Gewichte nach zu bestimmen, da nun aber diese gerade einen sehr wesentlichen Bestandtheil des Eiters darstellen, so haben die bisher mit dem Eiter angestellten quantitativen Analysen, bei welchen die Körperchen mit dem Albumin collectiv bestimmt sind, einen nur sehr beschränkten Werth. Sehen wir von den Eiterkörperchen ab, so sind die gewöhnlichen Bestandtheile des Eiters die des Blutserums, doch ist der Eiter gewöhnlich concentrirter und wasserärmer wie letzteres und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den hydropischen Flüssigkeiten, die, wie wir oben gesehen haben, durchschnittlich wasserreicher sind.

Wir heben aus den vielen vorhandenen Analysen einige beispielsweise aus und vergleichen sie mit der Zusammensetzung des Blutplasmas und Blutserums.

Bestandtheile für 1000 Theile	Blutplasma C. Schmidt	Blutserum Scherer	Eiter				
			Bödeker	Lassaigne	Bibra		
					I.	II.	III.
Wasser	901,51	960,60	887,6	902,0	907,0	862,0	769,0
Feste Stoffe	98,49	93,40	112,4	98,0	93,0	138,0	231,0
Fibrin	8,06	—	—	—	—	—	—
Albumin	81,92	77,62	43,8	60,0	63,0	91,0	180,0
Extractivstoffe		5,15	—	—	20,0	29,0	19,0
Schleim, Eiterzellen	—	—	46,5	—	—	—	—
Cholesterin und Fett	—	—	10,9	25,0	9,0	12,0	24,0
Chlornatrium	8,51	9,45	5,9	13,0	6,0	9,0	9,0
Andere Alkalisalze			3,2				
Erdphosphate und Eisen			2,1				

Der feste Rückstand des Eiters enthält 5 bis 6 Proc. anorganische Salze. Unter den löslichen Salzen macht das Chlornatrium den über-

wiegenden Bestandtheil aus. Nach den Untersuchungen von Nasse enthielten 100 Thle. Eiterserum 12,6 pro Mille Chlornatrium, 100 Thle. der Eiterasche 72,33 Proc., sonach mehr wie das Blut. Der Vergleich des Kochsalzgehaltes des Eiterserums mit dem des an Körperchen reichen Eiters zeigt, dass das Chlornatrium hauptsächlich dem Eiterserum angehört.

Bildung.

Bildung des Eiters. Die Eiterbildung beruht auf der Transsudation eines mehr oder weniger modificirten Blutplasmas und auf der Bildung der Eiterkörperchen in und aus demselben. Die erstere folgt den allgemeinen Gesetzen der Transsudation, die letztere morphologischen Gesetzen, deren nähere Erörterung nicht hierher gehört. Die früher vielfach erörterte Frage, ob zur Bildung der Eiterkörperchen das Albumin oder das Fibrin des Blutplasmas verwendet werde, hat bei den gegenwärtigen Anschauungen über die Albuminate ihre Bedeutung verloren.

Die Erörterung der Frage über die pathologische Bedeutung des Eiters gehört in das Gebiet der Pathologie.

Literatur zur Chemie der serösen Flüssigkeiten und des Eiters: Lehmann: Lehrb. der physiol. Chemie 1853. Bd. II, S. 266. — Derselbe: Zoochemie 1858. S. 233, 522. — C. Schmidt: Zur Charakteristik der epidem. Cholera 1850. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie 2te Aufl. Bd. II. — J. Vogel: Pathologische Anatomie 1845. S. 12 bis 35. 105. — Die zahlreichen Einzelabhandlungen s. bei Lehmann: Zoochemie und bei Ludwig. Eine neuere Untersuchung über Cerebrospinalflüssigkeit: F. Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. XVI. S. 391. — Hoppe-Seyler: Arch. f. path. Anat. XXVII, 392. — Derselbe: Handb. d. physiol. u. path. chem. Analyse 2te Aufl. 1865. 287. 362. — A. Schmidt: Chem. Centralbl. 1861. 403. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1861. 545. 675. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. 428. — Derselbe: Arch. f. path. Anat. XXIX, 1. — Naunyn: Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. 417. — Derselbe: ebendas. 1865. 166. — Eichwald: Würzburger med. Zeitschr. V, 270. 26. — H. Fischer: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. 225.

IV. Chemie der Milch.

Milch.

Unter Milch versteht man bekanntlich die von den Brustdrüsen weiblicher Individuen aus der Classe der Säugethiere unter gewissen Verhältnissen abgesonderte weisse, fettreiche Flüssigkeit, welche von der Natur zur ersten Nahrung des Neugeborenen bestimmt ist.

Unter normalen Verhältnissen wird die Milch nur zur Zeit der Geburt abgesondert und erst am vierten bis fünften Tage nach der Geburt fängt die Secretion wirklich ausgebildeter Milch an. Vor der Geburt wird eine Flüssigkeit abgesondert, die sich von der Milch in mehreren Punkten unterscheidet. — Sowie die Zusammensetzung des Harns durch mannigfache physiologische und pathologische Verhältnisse modificirt wird, ist auch die Beschaffenheit der Milch von den verschiedensten äus-

seren Umständen abhängig. Vor Allem hat die Nahrung einen bestimmten Einfluss.

Die Bestandtheile der Milch sowie ihre physikalischen Charaktere sind bei allen Säugethieren im Wesentlichen dieselben und die Unterschiede zwischen den einzelnen Milchsorten sind theils quantitative, theils mehr unwesentliche, auf Geschmack, Geruch und Farbennüancen bezügliche.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere.

Die Farbe der Milch ist in der Regel bläulich-weiss, rein weiss, gelblich-weiss, ihr Geschmack mehr oder minder angenehm süsslich, ihr Geruch eigenthümlich, aber gewöhnlich nicht unangenehm. Die Milch ist vollkommen undurchsichtig, welche Eigenschaft von den in ihr suspendirten Butterkügelchen abhängt, von wässerig-öliger Consistenz und einem specifischen Gewichte, welches zwischen 1,018 bis 1,045 schwanken kann. Ueberlässt man frische Milch sich selbst, so bildet sich nach einigem Stehen an ihrer Oberfläche eine mehr oder minder mächtige gelbe Schicht: der sogenannte Rahm, welcher aus den Butterkügelchen besteht, die wegen ihres geringen specifischen Gewichtes an die Oberfläche steigen und sich hier ansammeln. Die unter dem Rahm befindliche Flüssigkeit besitzt eine mehr wässerige Consistenz und eine bläuliche Farbe.

Sowie das Blut ist auch die Milch eine emulsive Flüssigkeit, in welcher einige Bestandtheile im gelösten Zustande vorhanden sind, während die sogenannten Milch- oder Butterkügelchen, darin suspendirt, der Milch die ihr eigenthümliche Färbung und Undurchsichtigkeit verleihen. Funke: Atl., 2. Aufl. T. XV, Fig. 1.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Anatomisch betrachtet, erscheint die Milch als eine Lösung gewisser Stoffe in Wasser, die durch unzählige darin suspendirte Formelemente undurchsichtig wird, während sie ohne diese Formelemente eine durchsichtige farblose Flüssigkeit darstellen würde.

Diese Formelemente sind:

a. Die Milchkügelchen. Stark lichtbrechende, mehr oder weniger sphärische mikroskopische Gebilde von einer mittleren Grösse von 0,00125 bis 0,004'''. Sie bestehen den mikrochemischen Reactionen zufolge aus dem Butterfett, eingeschlossen in einer aus unlöslichen Albuminaten bestehenden Hülle.

b. Die Colostrumkörperchen. Kuglige Gebilde von 0,00667 bis 0,025''' Durchmesser, welche aus Conglomeraten von Fettkügelchen vereinigt durch ein Bindemittel bestehen. Man bemerkt zuweilen eine Hülle und im Inneren des Fetthäufchens noch einen Kern. Die Colostrumkörperchen finden sich besonders reichlich im Colostrum: der ersten Brustdrüsensecretion Gebärender bis zum dritten bis vierten Tage nach der Geburt, sie finden sich aber auch noch in der später secernirten wirklichen Milch.

c. Epithelialzellen (selten und der Milch nicht wesentlich).

Mikroskopische Abbildungen der Milch und des Colostrums bei Funke: Atlas, 2. Aufl. Taf. XV, Fig. 1 und 2.

Rahmbildung und Butterbildung.

Die Rahmbildung in ruhig stehender Milch beruht, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, darauf, dass ein Theil der Milchkügelchen ihres geringen specifischen Gewichtes wegen an die Oberfläche steigt. Dass immer nur ein Theil derselben sich an die Oberfläche begiebt, während ein anderer Theil suspendirt bleibt, hat offenbar in ihrer verschiedenen Grösse und Beschaffenheit seinen Grund. Da das geringere specifische Gewicht der Milchkügelchen durch das in ihnen enthaltene Fett bedingt ist, so werden diejenigen Kügelchen in den Rahm gehen, welche im Verhältniss zu ihrer aus Albuminaten bestehenden Hülle das meiste Fett enthalten, also die grösseren.

Die Butterbildung, durch die Operation des sogenannten Butterns, beruht wahrscheinlich darauf, dass dadurch die Hüllen der Milchkügelchen, welche ihr Zusammenfliessen verhindern, grösstentheils zerrissen werden und sich nun ihr Inhalt mit einem Theil unzerstörter Milchkügelchen zur Butter vereinigt, welche natürlich auch noch wirklich gelöste Bestandtheile der Milch mechanisch einschliesst. Die durch das Buttern ihres Fettes grösstentheils beraubte Milch ist die Buttermilch.

Mit dieser Theorie der Butterbildung stimmen die Erfahrungen A. Müller's, denen zufolge die Membranen der Milchkügelchen sich allmählich auflösen (süsse Milchgährung), wenn die Milch bei mittlerer Temperatur der Luft dargeboten wird. Nach 36stündigem Stehen ist dieser Vorgang unter den günstigsten Verhältnissen beendigt und Aether nimmt nun über 90 Proc. des frei gewordenen Milchfetts beim Schütteln auf. Die Löslichkeit der Fettkügelchen in Aether ist ein Maassstab der Butterungsfähigkeit der Milch.

Chemische Bestandtheile der Milch.

Normale und constante Bestandtheile der Milch.

Chemische Bestandtheile

Wasser, Caseïn, Albumin, Milchzucker, Glyceride (Fette der Milchkügelchen), Milchsäure? Extractivstoffe, anorganische Salze: Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaure Alkalien, phosphorsaure Kalk- und Bittererde, kohlensaures Alkali (in der Asche), Spuren von Eisen, Fluormetallen und Kieselerde. Gase: Kohlensäure und Stickstoff.

Nicht constante und abnorme Bestandtheile der Milch.

Milchsäure (bei der Milchgährung), Hämatin, Gallenfarbstoff, Harnstoff, Schleimstoff.

Als abnorme, nur unter pathologischen Verhältnissen auftretende morphologische Bestandtheile hat man nachgewiesen:

Schleimkörperchen, Blutkörperchen, Eiterkörperchen, Faserstoffgerinnsel (bei bluthaltender Milch), Infusorien und niedere pflanzliche Organisationen: Vibrio cyanogeneus und Byssus (blaue Milch).

Von aussen eingeführt, sollen sich Jodkalium, Jod, die Salze von Eisen, Zink, Quecksilber, Blei, Wismuth, Arsen, Antimon, die ätherischen Oele des Knoblauchs und der Cruciferen überhaupt, des Anis und Wermuths, Indigo und Riechstoffe in der Milch wiederfinden.

Chemische Bestandtheile der Milchkügelchen.

Chemische Bestandtheile der Milchkügelchen.

Die Milchkügelchen enthalten sämmtliches Fett der Milch, in einer Albuminathülle eingeschlossen. Dass in der That eine Hüllenmembran besteht, ergiebt sich aus Folgendem: Behandelt man sie unter dem Mikroskop mit Essigsäure, so sieht man das Milchkügelchen sich vielfach verzerren und häufig kleinere diffuse Fetttröpfchen daraus austreten; schüttelt man die Milch mit Aether, so verliert sie ihre emulsive Beschaffenheit nicht und der Aether nimmt kein oder nur wenig Fett auf, weil eben die Hüllenmembran die Einwirkung des Aethers auf das darin eingeschlossene Fett verhindert; setzt man aber vorher etwas Aetzkali zu, welches die Hüllenmembran auflöst und schüttelt dann mit Aether, so nimmt dieser alles Fett auf und die untenstehende Milch wird durchsichtig, fast wasserhell.

Von den Fetten der Milchkügelchen sind zunächst nur die der Kuhmilch genau untersucht. Chevreul giebt als Bestandtheile des Kuhbutterfettes an: die Glyceride von Stearin-, Palmitin- und Oelsäure, sowie von Caprin-, Capryl-, Capron- und Buttersäure.

Heintz dagegen fand in der Kuhbutter die Glyceride der Butinsäure, Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristinsäure und Oelsäure. Die flüchtigen Fettsäuren, insofern sie in der Butter aufgefunden wurden, sind sehr wahrscheinlich wenigstens zum Theil Zersetzungsproducte und durch den Process des Ranzigwerdens entstanden.

Allgemeines chemisches Verhalten der Milch.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Milch reagirt bald alkalisch, bald neutral und bald sauer; die Milch der Kühe reagirt meist, die der Fleischfresser, wie es scheint, immer sauer.

Beim Kochen überzieht sich die Milch mit einer weissen Haut: der Milchhaut, die weggenommen sich beständig wieder erneuert. Sie besteht aus unlöslich gewordenem Caseïn und ihre Bildung ist ganz unabhängig vom Zutritt der atmosphärischen Luft und des Sauerstoffs. Der Grund derselben scheint in der an der Oberfläche der Milch rascher erfolgenden Verdunstung zu liegen, die schneller erfolgt, als die Diffusion von Statten gehen kann.

Lässt man frische Milch durch thierische Membranen transsudiren, so erhält man schwach opalisirende Flüssigkeiten, welche beim Erhitzen auf 70° bis 75° C. in Flocken gerinnen, demnach Albumin enthalten (Hoppe folgert aus diesem von ihm angestellten Versuche, dass die Milch immer Albumin enthält, was von anderen Chemikern geleugnet wird). Das Filtrat vom Albumincoagulum enthält Caseïn, Milchzucker und Salze.

Die Milch wird durch alle Säuren coagulirt; mehrere derselben, insbesondere Essigsäure und Weinsäure, lösen aber, im Ueberschuss zugesetzt, den entstandenen Niederschlag von Caseïn wieder auf. Alle diese Niederschläge durch Säuren entstehen aber in der Milch nur, wenn die Säure in einem grösseren Verhältniss hinzukommt, als der Menge des vorhandenen mit dem Caseïn verbundenen Alkali entspricht. Wird die Säure vorsichtig, nur bis zur Neutralisation zugesetzt, so bleibt das von seinem Alkali getrennte Caseïn in Lösung, wahrscheinlich mittelst der Salze der Milch. Wird frische Milch mit einem Ueberschusse von Chlornatrium oder Salpeterlösung versetzt und einige Zeit stehen gelassen, so tritt die Milchsäurebildung wohl ein, aber es bildet sich kein Caseïncoagulum; kocht man aber die so flüssig erhaltene Milch, so gerinnt sie grobflockig, wie eine concentrirte neutrale Albuminlösung. In saurer Milch wird stets durch Erhitzen der Molken ein flockiges Coagulum erhalten. Ueberlässt man frische Milch an einem ruhigen Orte längere Zeit sich selbst, so findet eine chemische Veränderung: das sogenannte Dickwerden derselben, statt. Bei dieser freiwillig erfolgenden Coagulation scheidet sich die Milch in eine gallertige, leberartige Masse und eine säuerliche, grünliche, dünne Flüssigkeit: die Molken. (Ueber die Ursachen dieser Gerinnung vergl. Bd. II, S. 613 und diesen Band S. 127.) Die leberartige Masse besteht im Wesentlichen aus unlöslich gewordenem Caseïn und Fett. Die Molken enthalten hauptsächlich die Salze der Milch, Milchsäure, Milchzucker, noch etwas Fett und eine geringe Quantität Caseïn aufgelöst (Zieger).

Wenn die Milch einige Zeit lang der Luft ausgesetzt wird, so nimmt sie Sauerstoff auf und giebt Kohlensäuregas aus. Nach den Beobachtungen von Hoppe nimmt Milch innerhalb drei Tagen allen Sauerstoff aus einer Luft auf, deren Volumen grösser ist wie ihr eigenes. Aus einigen weiteren Beobachtungen glaubt Hoppe den Schluss ziehen zu dürfen, dass sich unter der Einwirkung der Luft aus Caseïn Fett erzeugen könne. Diese Beobachtungen sind zwar nicht beweisend, haben aber in den Erfahrungen Blondeau's über den chemischen Process beim Reifen der Roquefortkäse insofern Bestätigung gefunden, als auch dieser im reifenden Käse eine bedeutende Vermehrung des Fettes auf Kosten des in gleichem Verhältnisse abnehmenden Caseïns constatirte.

Dass die so häufig saure Reaction der Milch im frischen Zustande von freier Milchsäure herrührt, scheint nach den Untersuchungen von Hoppe kaum mehr zu bezweifeln.

Fällt man Kuhmilch mit verdünnter Essigsäure, filtrirt, kocht das Filtrat und filtrirt abermals, so ist in der Flüssigkeit noch ein Albuminat enthalten, welches beim Erhitzen nicht coagulirt und auch nicht durch Salpetersäure, Sublimat und Essigsäure gefällt wird. Alkohol bewirkt schwache Trübung, salpetersaures Quecksilberoxyd schlägt das Albuminat: Lactoproteïn nieder, einen ähnlichen Niederschlag bewirkt schwefelsaures Quecksilberoxyd (Millon und Commaille). Die Individualität dieses Körpers scheint noch nicht genügend begründet.

Schüttelt man Kuhmilch mit Schwefelkohlenstoff, so soll man nach Millon und Commaille ein Extract erhalten, welches den Geruch des jeweiligen Fettes zeigt.

Allgemeines chemisches Verhalten der Butter.

Allgemeines chemisches Verhalten der Butter.

Bei dem Buttern der Milch oder besser des Rahms erhält man durch anhaltendes Schlagen oder Rühren die Butter. Die Milch, aus welcher durch das Buttern das Fett grösstentheils abgeschieden ist, bleibt als Buttermilch zurück; diese ist dicklich, schwach geronnen, schmeckt und reagirt schwächer oder stärker sauer und enthält Caseïn und die übrigen Bestandtheile der Milch, aber auch freie Buttersäure.

Wird die Butter bis auf etwa 60° C. erwärmt, so schmilzt sie zu einer klaren, öligen Flüssigkeit, welche obenauf schwimmt, während sich darunter die in der Butter eingeschlossen gewesene wässerige Lösung der übrigen Milchbestandtheile befindet. Durch wiederholtes Waschen der abgeschiedenen Fette mit Wasser von 40° C. lassen sich dieselben von den fremden Bestandtheilen nahezu vollständig befreien. Alkohol und Aether lösen die Butter zu opalisirenden Flüssigkeiten.

Die bemerkenswertheste chemische allgemeine Eigenschaft der Butter ist die, ranzig zu werden. Das Ranzigwerden beruht auf einer durch den Sauerstoff der Luft eingeleiteten Zersetzung der Glyceride, wobei das Glycerin zerstört und in Acroleïn und Ameisensäure umgesetzt wird, während die eigentlichen Fettsäuren in flüchtige Fettsäuren verwandelt werden.

Auf diese Zersetzung üben die der Butter beigemengten Milchbestandtheile einen bestimmenden Einfluss aus; denn die durch Auswaschen und vorsichtiges Schmelzen (sogenanntes Auslassen) von diesen fremden Theilen gereinigte Butter (Schmalz) ist viel weniger geneigt, ranzig zu werden. Auch das Beimengen von hinreichend Salz verzögert in unaufgeklärter Weise die Zersetzung der Butterfette.

Durch Erhitzen mit kaustischen Alkalien wird die Butter leicht verseift, beim Zersetzen der Seife durch Säuren scheiden sich die nichtflüchtigen Säuren ab, während die flüchtigen Säuren zum Theil in Wasser gelöst bleiben.

Quantitative Zusammensetzung der Milch.

Milch-analyse.

Zur quantitativen Analyse der Milch sind mehrere Methoden vorgeschlagen und in Anwendung gekommen. Wir erwähnen die Methoden von Dumas-Scherer, von Haidlen, Vernois und Becquerel, von Filhol und Joly und von Millon und Commaille.

Methoden derselben.

Bei der Dumas-Scherer'schen Methode bestimmt man Wasser, feste Stoffe und anorganische Salze, indem man eine gewogene Menge Milch im Wasserbade abdampft und den Rückstand bei 100° C. oder im Vacuo über Schwefelsäure vollständig trocknet. Der gewogene Rückstand ist = den festen Stoffen der Milch. Die Menge des Wassers ergiebt sich aus dem Gewichtsverlust. Durch Einäscherung des Milchrückstandes und Wägen der erhaltenen Asche erhält man die anorganischen Salze. Zur Bestimmung der Milchfette wird eine gewogene Menge des fein gepulverten Milchrückstandes so lange mit Aether digerirt, als dieser noch etwas aufnimmt. Durch Zurückwägen des extrahirten Rückstandes, oder Verdampfen der ätherischen Auszüge und Wägen der Rückstände der letzteren erhält man das Gewicht der Milchfette. Zur Bestimmung des Milchzuckers und der löslichen Salze wird der mit Aether extrahirte Milchrückstand mit Wasser, dem einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind, kochend ausgezogen und der Wasserauszug bei 100° C. zur Trockne gebracht. Das Gewicht des Rückstandes ist = dem Gewichte des Milchzuckers, der löslichen Salze und Extractivstoffe. Der Rückstand von der Behandlung des Milchpulvers mit Aether und essigsäurehaltigem Wasser wird bei 100° C. getrocknet als Caseïn mit unlöslichen Salzen in Rechnung gebracht.

Scherer hat vor Dumas eine ähnliche Methode der Analyse der Milch angegeben. Die Unterschiede derselben werden leicht aus folgenden Angaben ersehen werden können.

Nach Scherer wird eine gewogene Menge Milch zur Bestimmung der festen Stoffe und des Wassers verwendet. Durch Einäschern des bei dieser Bestimmung erhaltenen Rückstandes erhält man die Menge der feuerbeständigen Salze.

Eine andere gewogene Quantität Milch wird im Wasserbad bis nahe zur Trockne verdampft, sodann mit 1 bis 2 Tropfen Essigsäure vermischt, wodurch das Caseïn in den nachfolgenden Menstruis unlöslich wird, sodann mit Aether, um die Butter und mit Wasser, um Milchzucker, Extractivstoffe und Salze zu entfernen, behandelt. Die erhaltenen Auszüge werden trocken gewogen und dann, um die Salze derselben abzuziehen, verbrannt. Der Rückstand ist Caseïn.

Die Methode von Haidlen hat das Eigenthümliche, dass die Milch zur Bestimmung des Wassers, der Butter, des Milchzuckers und der löslichen Salze mit einer gewogenen Menge gebrannten und vollkommen trockenen Gypses eingedampft wird, wobei der Gypszusatz den Zweck hat, das Trocknen und Pulvern des Rückstandes zu erleichtern und gleichzeitig das Caseïn unlöslich zu machen. Man trocknet im Luftbade den Rückstand bei 100° C., und erfährt so nach Abzug des Gypses den Gehalt der Milch an festen Stoffen und an Wasser. Durch Erschöpfen des gepulverten Rückstandes mit Aether und Zurückwägen desselben oder Abdampfen der ätherischen Auszüge und Wägung derselben erfährt man das Gewicht der Butter. Extrahirt man den entfetteten Rückstand mit Alkohol von 0,85, so lange derselbe noch etwas aufnimmt und wägt den Rückstand zurück, so giebt der Gewichtsverlust, welchen derselbe durch die Extraction mit Alkohol erfahren hat, das Gewicht des Milckzuckers und der löslichen Salze an. Das was nach der Extraction mit Weingeist noch zurückbleibt, ist Caseïn, Gyps und unlös-

liche Salze der Milch. Zieht man von dem Gewichte dieses Rückstandes das Gewicht des in ihm enthaltenen Gypses ab, so erhält man das Gewicht des Caseïns und der unlöslichen Salze.

Die von Vernois und Becquerel in Anwendung gezogene Methode unterscheidet sich von der Dumas'schen nur darin, dass das Caseïn aus der Milch durch Lab oder Essigsäure gefällt und der Zuckergehalt des Filtrats durch den Circularpolarisationsapparat bestimmt wird. Das Caseïn wird aus dem schliesslichen Verluste bestimmt. Der Zuckergehalt der Milch kann übrigens auch durch eine titrirte Fehling'sche Flüssigkeit bestimmt werden, wobei aber zu beachten ist, dass das Reductionsvermögen des Milchzuckers von dem des Traubenzuckers verschieden ist. 1 Aeq. Milchzucker reducirt 7 Aeq. Kupferoxyd, es müssen jedoch mindestens 3 Aeq. Kali zugegen sein.

Die von Filhol und Joly angewandte Methode führt zu keiner genauen Bestimmung des Caseïns und Fettes und mag daher hier übergangen werden. Wir erwähnen dies besonders deshalb, weil wir dadurch die Nichtberücksichtigung der von Filhol und Joly erhaltenen Zahlen in Nachfolgendem zu rechtfertigen glauben.

Millon u. Commaille verdünnen die Milch mit $^1/_5$ Vol. Wasser und fällen mit verdünnter Essigsäure. Der Niederschlag mit Weingeist und absolutem Alkohol gewaschen, wird mit Aether extrahirt: aus den alkoholischen und ätherischen Extracten wird das Milchfett bestimmt, der Rückstand als Caseïn gewogen. Das Filtrat von dem Essigsäureniederschlage wird in zwei Hälften getheilt, die eine Hälfte gekocht und siedend filtrirt; der Niederschlag mit Alkohol und Aether extrahirt und als Albumin gewogen; im Filtrat von Albumincoagulum wird das Lactroprotein durch salpetersaures Quecksilberoxyd gefällt, mit verdünnter Salpetersäure, mit Wasser, Alkohol und Aether gewaschen, getrocknet und gewogen. Die andere Hälfte des Filtrats dient zur Bestimmung des Milchzuckers durch Titrirung mit einer Kupferoxydlösung.

Quantitative Zusammensetzung der Milch.

Ueber die quantitative Zusammensetzung der Milch des Menschen und der Säugethiere liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Die meisten davon beziehen sich allerdings auf Kuhmilch und sind zur Aufhellung der Bedingungen der Milchproduction vom landwirthschaftlichen Standpunkte angestellt. Wir geben eine tabellarische Zusammenstellung der besseren und genaueren Analysen, oder der daraus gezogenen Mittelzahlen, wobei wir uns aber vorläufig auf die Frauenmilch beschränken, indem wir die die Thiermilch betreffenden Angaben erst daran anschliessend geben, um so gut es angeht die Verhältnisse beim Menschen und bei Thieren auseinanderzuhalten. Auch hier aber sind die Zahlen nur als ungefährer Ausdruck für die mittlere Zusammensetzung zu betrachten, da dieselbe unter verschiedenen rein physiologischen Bedingungen bedeutenden Schwankungen unterworfen ist.

Frauenmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch												
	Clemm			Fr. Simon			Haidlen		Henry und Chevallier	L'Héritier	Doyère 45jährige Amme	Vernois und Becquerel Mittel aus 89 Anal.	Pfaff und Schwarz
	I. 4ter Tag nach der Geburt	II. 9ter Tag nach der Geburt	III. 12ter Tag nach der Geburt	IV. Mittel aus 14 Analys.	V. 20jährige Amme	VI. 36jährige Frau	VII.	VIII.					
Wasser	879,85	885,82	905,81	883,6	898,0	894,6	—	—	879,5	858,0	836,9	889,08	—
Feste Stoffe	120,15	114,18	94,19	116,4	102,0	106,0	—	—	120,5	142,0	163,1	110,92	—
Caseïn	35,33	36,91	29,11	34,3	32,0	34,0	31	27	15,2	13,0	8,5	39,24	—
Albumin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—
Butter	42,97	35,32	33,45	25,3	28,8	38,0	34	13	35,5	36,5	76,0	26,66	—
Milchzucker	41,18	42,98	31,54	48,2	36,0	40,5	43	32	65,0	78,	73,1	43,64	—
Anorganische Salze	2,09	1,69	1,94	2,3	—	1,8	—	—	4,5	4,5	1,5	1,38	—
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38
Natron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16
Phosphors. Natron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,22
Phosphors. Kalk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,37
Phosphors. Magnesia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27
Phosphors. Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spur

Diesen Analysen zufolge beträgt der Wassergehalt gesunder Frauenmilch im Mittel 885,66, das Caseïn 28,11, die Butter 35,64, der Milchzucker 48,17 und der Salzgehalt 2,42 pro Mille. Doch wären strenge genommen nur diejenigen Analysen unter sich vergleichbar, die nach derselben Methode ausgeführt wurden. Bei den Aschenbestandtheilen tritt der hohe Gehalt an phosphorsaurem Kalk, sowie das Vorwiegen des Kalis über das Natron zu Tage, worauf wir noch später zurückkommen.

Eine von der eigentlichen Milch abweichende Zusammensetzung besitzt das Colostrum, die vor der Geburt und in den ersten Tagen nach derselben von den Brustdrüsen secernirte Flüssigkeit, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Colostrum der Frauen									
	Clemm						Simon nach der Geburt	Wildenstein nach der Geburt	Mittelwerthe	Mittel für 1000 Theile
	4 Wochen vor der Geburt I.	4 Wochen vor der Geburt II.	17 Tage vor der Geburt III.	9 Tage vor der Geburt IV.	24 Stund. nach der Geburt V.	2 Tage nach der Geburt VI.				
Wasser	945,24	851,97	851,72	858,55	842,99	867,88	828,00	—	863,76	864,40
Feste Stoffe	54,76	148,03	148,28	141,45	157,01	132,12	172,00	—	136,24	135,60
Albumin	28,81	69,03	74,77	80,73	—	—	—	—	} 52,69	} 52,73
Caseïn	—	—	—	—	—	21,82	40,00	—		
Butter	7,07	41,30	30,24	23,47	—	48,63	50,00	—	33,45	33,47
Milchzucker	17,27	39,45	43,69	36,37	—	60,99	70,00	—	44,63	44,66
Salze	4,41	4,43	4,48	5,44	5,12	—	3,10	—	4,73	4,74
Chlorkalium	—	—	—	—	—	—	—	1,25	—	—
Chlornatrium	—	—	—	—	—	—	—	0,51	—	—
Kali	—	—	—	—	—	—	—	1,02	—	—
Kalk	—	—	—	—	—	—	—	0,90	—	—
Bittererde	—	—	—	—	—	—	—	0,04	—	—
Phosphorsäure	—	—	—	—	—	—	—	0,90	—	—
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—	—	0,10	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—

Aus vorstehender Tabelle ergiebt sich als allgemeines Resultat, dass das Colostrum in den früheren Perioden seiner Secretion und bis nach der Geburt kein Caseïn, sondern gewöhnliches Albumin enthält. Erst am zweiten Tage nach der Geburt tritt in obigen Analysen das Caseïn auf und zugleich verschwindet das Albumin, wenigstens grösstentheils. Dass auch die ausgebildete Milch neben Caseïn etwas Albumin führt, hat F. Hoppe nachgewiesen. Es ist übrigens der über diese Frage lange Zeit fortgesponnene Streit ein sehr unfruchtbarer, da die Albuminate so vielfache Uebergänge ineinander zeigen, dass kaum eine Reaction derselben, die zu ihrer differentiellen Diagnose angewendet wird, constant und allgemein gültig genannt werden kann. Die in der Tabelle aufgeführten Analysen des Colostrums lehren ferner, dass dasselbe reicher an festen aufgelösten Stoffen ist wie die Milch und namentlich mehr Salze und Milchzucker enthält. Auch der Fettgehalt ist durchschnittlich ein höherer.

Quantitative Zusammensetzung der Milch von Thieren.

Quantitative Zusammensetzung der Milch von Thieren.

Wegen der allgemeinen Anwendung der Milch gewisser Hausthiere als Nahrung und diätetisches Mittel erscheint es von Interesse, das Gewichtsverhältniss der einzelnen Milchbestandtheile bei den verschiedenen Milchsorten zu vergleichen. In der That liegen sehr zahlreiche derartige Untersuchungen vor, nicht nur über die Milch verschiedener Säugethiere überhaupt, sondern auch verschiedener Racen. Dies gilt namentlich für die die allgemeinste Anwendung findende Milchgattung: die Kuhmilch. Man hat bei diesen Untersuchungen auch auf die verschiedensten physiologischen Momente eingehende Rücksicht genommen, allerdings vorzugsweise vom landwirthschaftlichen Standpunkte ausgehend, aber dabei auch Resultate erhalten, die von allgemeinem physiologischen Interesse sind und auf die wir weiter unten noch zurückkommen werden. Die unten mitgetheilten und tabellarisch zusammengefassten Analysen der Milch verschiedener Thiere sind keineswegs das unmittelbare Zahlenresultat von Einzelanalysen, sondern die aus mehreren, oft sehr vielen Analysen gezogenen Mittel. Um streng genommen vergleichbar zu sein, müssten sie allerdings alle nach einer und derselben Methode angestellt sein, was aber nicht der Fall ist. Auch über das Colostrum verschiedener Thiere liegen Untersuchungen vor, da sie aber zu denselben allgemeinen Resultaten führten, wie die Untersuchungen des Colostrums der Frau, insofern es sich nämlich um das Verhältniss des Colostrums zur Milch handelt und da das Colostrum der Thiere eine Verwerthung als Nahrungs- oder Heilmittel nicht findet, so beschränken wir uns darauf, die eigentliche Milch der Thiere ins Auge zu fassen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafsmilch	Eselsmilch	Stutenmilch	Milch einer Büffelkuh (Einzelanalyse)
Wasser . . .	857,05	863,58	839,89	910,24	828,37	806,40
Feste Stoffe .	142,95	136,42	160,11	189,76	171,63	193,60
Caseïn	48,28	33,60	53,42	20,18	16,41	42,47
Albumin . . .	5,76	12,99				13,00
Butter	43,05	43,57	58,90	12,56	68,72	84,50
Milchzucker .	40,37	40,04	40,98	57,02	86,50	45,18
Anorgan. Salze	5,48	6,22	6,81			8,45

Gasgehalt der Milch und quantitative Zusammensetzung der Milchgase.

Milchgase.

Genauere Untersuchungen über die Gase der Milch liegen nur von F. Hoppe vor und zwar beziehen sich seine Versuche auf Ziegenmilch. Die Gewinnung der Milchgase geschah zuerst in ähnlicher Weise, wie beim Blute nach dem Verfahren von L. Meyer, später aber, als sich dieses für die Milch wenig anwendbar zeigte, mit Hülfe eines eigenen Apparates, im Wesentlichen einer Luftpumpe.

Die Resultate der Versuche stimmten aber wenig untereinander überein, im Allgemeinen ergab sich, dass der Gasgehalt der Milch ein geringer ist und wenig mehr wie 3 Proc. betrage, die qualitative Analyse des Gasgemenges zeigte dasselbe aus Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff bestehend. Hoppe ist aber geneigt, den Sauerstoff- und einen entsprechenden Antheil des Stickstoffgehaltes auf Rechnung einer zufälligen Beimengung von atmosphärischer Luft zu setzen.

In einem Versuche, den Hoppe für den am Besten gelungenen hält, fand er

In 100 Vol. Gas:

Kohlensäure	55,15	Vol.
Stickstoff	40,56	„
Sauerstoff.	4,29	„

Jedenfalls besteht nach seinen Versuchen die Hauptmenge des Gases aus Kohlensäure.

Quantitative Zusammensetzung der Milchasche.

Quantitative Zusammensetzung der Milchasche.

Die wenigen genaueren Analysen über die Zusammensetzung der Milchasche von Frauen und Kühen stellen wir in Folgendem tabellarisch zusammen.

Bestandtheile für 100 Theile der Asche	Frauenmilch	Kuhmilch			
	Wildenstein	Weber		Haidlen	
		I.	II.	III.	IV.
Chlornatrium	10,73	4,74	16,23	4,89	4,43
Chlorkalium	26,33	14,18	9,49	29,38	23,86
Kali	21,44	23,46	23,77	—	—
Natron	—	6,96	—	8,57	5,86
Kalk	18,78	17,34	17,31	25,51	24,25
Bittererde	0,87	2,20	1,90	3,87	3,78
Eisenoxyd	—	0,47	0,33	—	—
Phosphorsäure	19,00	28,04	29,13	26,32	25,16
Phosphors. Eisenoxyd .	0,21	—	—	1,42	1,26
Schwefelsäure	2,64	0,05	1,15	—	—
Kohlensäure	—	2,50	—	—	—
Kieselerde	Spur	0,06	0,09	—	—

Diese Analysen ergeben das übereinstimmende Resultat, dass unter den anorganischen Bestandtheilen der Milch die Kali- über die Natronverbindungen bedeutend überwiegen und dass ausserdem in der Milchasche bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kalk enthalten sind. Wenn man es als ausser Zweifel stehend betrachten muss, dass das Material zur Milchsecretion vom Blute geliefert wird, so erscheint es von hohem physiologischen Interesse, dass sich die Asche der Blutkörperchen in ihrer quantitativen Zusammensetzung der Asche der Milch viel mehr nähert, wie jener des Blutserums, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht.

Bestandtheile für 100 Thle. Asche	Frauenmilch Wildenstein	Kuhmilch		Blutzellen	Blutserum	Blut nach Abzug des Eisens
		Weber	Haidlen	C. Schmidt	C. Schmidt	Verdeil
Natrium . . .	4,21	6,38	8,27	18,26	37,82	29,46
Kalium . . .	31,59	24,71	15,42	39,76	3,94	10,36
Chlor	19,06	14,39	16,96	18,10	43,45	37,52
Kalk	18,78	17,31				2,06
Bittererde . .	0,87	1,90	56,52	12,65	9,39	1,40
Phosphorsäure	19,00	29,13				12,33
Schwefelsäure .	2,64	1,15	—	0,81	1,15	1,82
Eisenoxyd . .	0,10	0,33	0,62	—	—	—
Kieselsäure . .	Spur	0,09	—	—	—	—

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Verschiedenheiten der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter physiologischen Verhältnissen.

Dass die quantitative Zusammensetzung der Milch unter verschiedenen physiologischen Bedingungen eine sehr variable ist, erscheint durch zahlreiche Untersuchungen zur Genüge constatirt. Diese Untersuchungen beziehen sich jedoch nur zum kleinsten Theile auf Frauenmilch und wurden an verschiedenen Thieren angestellt; auch ist es keineswegs gelungen, den Wirkungswerth des Einflusses, welchen verschiedene Momente auf die Zusammensetzung der Milch ausüben, mit voller Bestimmtheit überall zu eruiren. Es ist klar, dass nur da, wo der Natur der Sache nach die vergleichenden Versuche an einem und demselben Thiere angestellt werden können, den Forderungen wissenschaftlicher Kritik entsprochen werden wird; wo dies nicht geschehen oder überhaupt nicht möglich ist, müssen die erlangten Resultate um so mehr der vollen Beweiskraft entbehren, je weniger es möglich ist, unter gleichen Bedingungen zu verfahren. Wir geben daher die nachfolgenden Angaben mit allem Vorbehalt.

Einfluss des Alters.

Einfluss des Alters. Ueber diesen Factor wurden von Vernois und Becquerel Beobachtungen an Frauen angestellt. Die Resultate stellen wir in folgender Tabelle zusammen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch				
	15 bis 20 Jahr.	20 bis 25 Jahr.	25 bis 30 Jahr.	30 bis 35 Jahr.	35 bis 40 Jahr.
Wasser	869,85	886,91	892,96	888,06	894,94
Feste Stoffe	130,15	113,09	107,04	111,94	105,06
Casein	55,74	38,73	36,53	42,33	42,07
Butter	37,38	28,21	23,48	28,64	22,33
Milchzucker	35,23	44,72	45,77	39,53	39,60
Salze	1,80	1,43	1,46	1,44	1,06

Einfluss der Constitution.

Einfluss der Constitution. Die hierüber angestellten Untersuchungen bei Frauen sind wenig zahlreich und widersprechen sich überdies theilweise. Nach den Versuchen von Vernois und Becquerel sollen Frauen sogenannter schwacher Constitution eine an festen Stoffen reichere Milch geben, wie Frauen robuster Constitution, deren Milch na-

mentlich an Caseïn ärmer sein soll. In Bezug auf die Beschaffenheit der Milch von blonden und brünetten Frauen widersprechen sich die Angaben L'Héritier's und Vernois' u. Becquerel's geradezu. L'Héritier analysirte die Milch zweier 22jähriger Weiber in gleichen Lebensverhältnissen, von welchen die eine blond, die andere brünett war. Er fand:

Bestandtheile für 1000 Theile.	Blondine		Brünette	
	I	II.	I.	II.
Wasser	892,0	881,5	853,3	853,0
Feste Stoffe	108,0	118,5	146,7	147,0
Caseïn	10,0	9,5	16,2	17,0
Butter	35,5	40,5	54,8	56,3
Milchzucker	58,5	64,0	71,2	70,0
Salze	4,0	4,5	4,5	4,5

Vernois und Becquerel dagegen fanden in der Milch blonder und brünetter Frauen gar keine erheblichen Differenzen der Zusammensetzung; die Milch blonder enthielt im Widerspruch mit L'Héritier eher etwas weniger Caseïn ($^2/_{10}$ Proc.).

Einfluss der Racen bei Thieren.

Einfluss der Racen bei Thieren. Von den hierüber angestellgen Untersuchungen berühren wir nur diejenigen, welche von physiologisch-diätetischem Interesse wegen der Anwendung der betreffenden Milchsorten sind. Ueber die Milch von Kühen verschiedener Racen sind von Vernois und Becquerel umfassende Untersuchungen angestellt. Wir stellen einige seiner Angaben übersichtlich zusammen:

Kuhmilch.

In 1000 Theilen	Schweiz	Tyrol	Voigtland	Steyermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser	851,98	817,40	849,90	853,15	871,80	837,48	803,20	845,62	839,72	857,70	841,80
Feste Stoffe	148,02	182,60	150,16	146,85	128,20	162,52	196,80	154,40	160,28	142,30	158,20
Casein	22,56	41,98	37,64	22,63	42,18	46,50	45,62	32,46	34,87	31,50	28,52
Albumin	3,08	7,60	8,00	8,82	5,50	7,24	7,90	11,14	7,32	9,10	10,20
Butter	70,88	79,60	51,40	62,80	32,40	57,04	98,80	64,10	68,46	62,20	63,40
Zucker	45,90	48,42	46,26	46,20	42,12	45,54	37,26	39,70	43,50	32,92	49,68
Salze	5,60	5,00	6,80	6,40	6,00	6,20	7,22	6,82	6,14	6,78	6,40

E. **Marchand** verglich die Zusammensetzung der Milch von Kühen der reinen Race der Normandie und einer gekreuzten Normandie-Durham-Race. Die Milch enthielt im Liter:

	Reine Normandie-Race Grammes	Normandie-Durham-Race Grammes
Butter	56,22	52,97
Milchzucker	50,50	51,13
Caseïn	22:27	19,75
Albumin	11,37	9,46
Salze	8,09	8,01
Wasser	885,35	891,31
Gewicht von 1 Litre bei 15° C.	1038,80	1032,63

Marchand schliesst aus diesen Versuchen, dass eine Kuh der reinen Normandie-Race jährlich 340 Kilogr. Milch (entsprechend 30,76 Kilogr. Butter und 14,61 Kilogr. Caseïn) mehr liefert, als eine Kuh der gekreuzten Race.

Auch über die Zusammensetzung der Milch verschiedener Ziegenracen und Schafracen liegen von Becquerel und Vernois Beobachtungen vor:

Ziegenmilch:

In 1000 Theilen	Oberägyptische Race	Aus Paris und Umgegend, Mittel aus 7 Analysen	Saanen (Bern)		Schwyzer Race	Thibeter Race, Paris
Wasser	879,92	844,90	859,50	892,25	878,11	856,50
Feste Stoffe . .	120,08	155,10	140,50	107,75	121,89	143,50
Caseïn	24,37	55,15	26,58	24,09	24,55	24,47
Albumin . . .	9,93		11,80	15,25	16,00	13,20
Butter	42,40	56,87	53,80	30,06	38,40	55,45
Milchzucker . .	37,30	36,91	42,12	31,86	36,90	43,38
Salze	6,00	6,18	6,20	6,50	6,04	7,00

Schafmilch:

In 1000 Theilen	Pariser Gegend, Mittel aus 4 Analysen	Merino-Race aus Oesterreich	Englische Race Southdown Filhol et Joly
Wasser	832,32	824,00	842,0
Feste Stoffe	167,68	176,00	158,0
Caseïn	69,78	45,02	65,0
Albumin			
Butter	51,31	82,88	40,0
Milchzucker	39,43	33,14	46,1
Salze	7,16	6,42	6,9

Wir verzichten darauf, diese Tabellen näher zu erörtern, die darin enthaltenen Zahlen sprechen mehr oder weniger für sich selbst; wir machen nur darauf aufmerksam, dass ein ziemlich regelmässiger Gegensatz zwischen dem Caseïn und dem Buttergehalt der Milch besteht. Käsestoffreiche Milch ist im Allgemeinen butterarm und umgekehrt, so dass selbst die Landwirthe vielfach zwischen Käsekühen und Butterkühen unterscheiden. Dieser Gegensatz findet sich aber auch bei Frauen- und Schafmilch wieder.

Einfluss der Secretionsdauer.

Einfluss der Secretionsdauer. Dass die Zeitdauer der Milchsecretion auf ihre quantitative Zusammensetzung von Einfluss ist, ergiebt sich schon aus der bereits erörterten Verschiedenheit des vor der Geburt secernirten Colostrums und der später secernirten eigentlichen Milch. Aber auch letztere zeigt wesentliche Verschiedenheiten in den verschiedenen Secretionsperioden.

Nach den Beobachtungen von Vernois und Becquerel zeigt sich in der Frauenmilch:

Vermehrung des Caseïns bis zum 2. Monat nach der Geburt,
Verminderung des Caseïns vom 10. bis 24. Monat nach der Geburt,
Vermehrung der Butter bis zum 2. Monat nach der Geburt,
Verminderung der Butter im 5. bis 6. Monat, 10. bis 11. Monat nach der Geburt,
Verminderung des Zuckers im 1. Monat nach der Geburt,
Vermehrung des Zuckers vom 8. bis 10. Monat nach der Geburt,
Vermehrung der Salze in den ersten 5 Monaten,
Verminderung der Salze progressiv in den folgenden Monaten.

Einfluss des Stillens und der Entwöhnung.

L'Héritier hat zwei Analysen von Frauenmilch angestellt, die eine während der Zeit des Stillens, die andere 40 Stunden nach der Entwöhnung entzogen.

Das Resultat dieser Analysen war eine beträchtliche Abnahme des Caseïns, des Zuckers und der festen Stoffe überhaupt nach der Entwöhnung, wie nachstehende Tabelle anschaulich macht:

Bestandtheile in 1000 Theilen	Während des Stillens secernirte Milch	40 Stunden nach der Entwöhnung secernirte Milch
Wasser	858,0	901,1
Feste Stoffe	142,0	98,9
Caseïn	13,0	1,9
Butter	36,5	34,0
Milchzucker	78,0	58,5
Salze	4,5	4,5

Bei altmilchenen Kühen fand Otto den Gehalt der Milch an festen Bestandtheilen ziemlich gleich demjenigen, der bei neumilchenen Kühen beobachtet wurde; da nun die Milch von jenen ein geringeres specifisches Gewicht zeigte, so musste sie reicher an Butter sein.

Einfluss der Tageszeiten.

Einfluss der Tageszeiten. Ueber den Einfluss der Tages- und Jahreszeiten auf die quantitative Zusammensetzung der Milch liegen nur Versuche an Thieren, namentlich an Kühen und Ziegen, vor. Die genauesten derselben rühren von Bödeker u. Struckmann und Wicke her. Sie ergaben das übereinstimmende Resultat, dass der Buttergehalt der Abendmilch bis zum Doppelten grösser ist, wie derjenige der Morgenmilch; die Thatsache ist von so grosser physiologischer und diätetischer Bedeutung, dass eine tabellarische Mittheilung der erhaltenen Zahlenresultate gerechtfertigt erscheinen mag.

Kuhmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Erste Versuchsreihe		Zweite Versuchsreihe		
	Morgenmilch. Sp.Gew.1,039. Mittel aus 2 Versuchen	Mittagsmilch. Sp.Gew.1,038. Mittel aus 2 Verochen	Morgenmilch. Sp.Gew.1,038. Mittel aus 2 Versuchen	Mittagsmilch. Sp.Gew.1,040. Mittel aus 2 Versuchen	Abendmilch. Sp.Gew.1,036. Mittel aus 2 Versuchen
Wasser . .	897,5	882,2	899,7	892,0	866,0
Feste Stoffe	102,5	117,8	100,3	108,0	134,0
Casein . . .	25,3	23,0	22,4	23,6	27,2
Albumin . .	4,4	6,2	4,4	3,2	3,1
Butter . . .	24,3	36,4	21,7	26,3	54,2
Milchzucker	41,7	44,1	43,0	47,2	41,9
Salze . . .	7.5	8,1	8,3	6,9	7,8

Der Gehalt an Albuminaten scheint diesen Versuchen zufolge in den verschiedenen Tageszeiten keinen wesentlichen Schwankungen zu unterliegen; der Gehalt an Milchzucker culminirt Mittags und sinkt gegen die Nacht zu.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich zugleich, dass das specifische Gewicht der Milch nicht zur Beurtheilung ihres Werthes dienen kann. Die diätetische Bedeutung dieser Thatsachen fällt in die Augen, wenn man bedenkt, dass 1 Pfund = 16 Unzen Morgenmilch der Kuh 0,7 Loth Butter, 1 Pfund Abendmilch desselben Thieres aber 1,7 Loth Butter repräsentirt.

Für die Ziegenmilch wurden von mir und Wicke dieselben Verhältnisse constatirt. Ich fand für die um 9 Uhr Morgens und um 6 Uhr Abends gemolkene Milch einer mit Gras und Heu gefütterten Ziege folgende Zahlen, die einem um das Doppelte höheren Buttergehalt der Abendmilch ergeben, bei ziemlich gleichen Ziffern der übrigen Bestandtheile.

Ziegenmilch.

Bestandtheile für 1000 Theile	Morgenmilch Specif. Gew. 1,0282	Abendmilch Specif. Gew. 1,0282
Wasser	872,40	822,55
Feste Stoffe	127,60	177,45
Caseïn	46,15	43,10
Butter	37,64	93,83
Milchzucker	43,81	40,52
Salze	8,92	8,24

Auch hier zeigt sich klar, dass das specifische Gewicht keinen Maassstab giebt für die Zusammensetzung der Milch.

Wicke fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über den Einfluss der Tageszeit auf die Zusammensetzung der Ziegenmilch:

Morgenmilch . . 46,07 pr. Mille Butter (Mittel aus 7 Versuchen)
Mittagsmilch . . 41,46 „ „ „ „ „ 8 „
Abendmilch . . 52,14 „ „ „ „ „ 8 „

Bei Frauen soll die Milch um so wasserreicher sein, je mehr Stunden seit dem letzten Säugen verflossen sind (Reiset).

Im Sommer liefern die Kühe mehr und butterreichere Milch, wie in den Wintermonaten.

Einfluss der Milchentleerung.

Einfluss der Milchentleerung. Wird die gefüllte Mutterbrust in einer Sitzung entleert, so ist die in den verschiedenen Zeiträumen entleerte Milch ungleich reich an Caseïn, ohne dass eine bestimmte Regelmässigkeit dabei obwaltete. Auch will man die Beobachtung gemacht haben, dass die Milch caseïnreicher ist, wenn die Brustdrüse rasch hinter einander entleert wird, als wenn sie lange Zeit in der Brustdrüse verweilte (Peligot, L'Héritier).

Von der Milch, die bei einer ununterbrochenen Entleerung aus der Brustdrüse oder dem Euter fliesst, sind die zuletzt aufgefangenen Antheile constant die butterreichsten. War bei Thieren das Euter mindestens 4 Stunden lang nicht entleert worden und wurde dann der ausgestrichene Inhalt desselben absatzweise aufgefangen, so ist der zuletzt abgezogene Theil bis zum Zehnfachen reicher an Butter, wie der zuerst gewonnene. Dies ist für Thiere durch zahlreiche Versuche, namentlich bei Kühen auf das Bestimmteste constatirt. Die einfachste Erklärung für diese Erscheinung, die auch gegenwärtig so ziemlich allgemein angenommen wird, ist, dass sich innerhalb des Euters, bei Ansammlung der Milch in selbem, Rahmbildung einstellt, daher die Butter an die Oberfläche der Flüssigkeit steigt und nun natürlich mit den letzten gemolkenen Antheilen ausfliesst. Beim Menschen scheinen sich nicht immer (Vernois und Becquerel), aber häufig ähnliche, jedoch geringere Unterschiede zu finden (Reiset, Heynsius). Für die Frauenmilch passt aber obige Erklärung nicht. Heynsius sucht hier den Grund der Erscheinung darin, dass die Bildung des Fettes in den Zellen der feineren Milchgänge erfolge. In den grösseren Gängen wird sich eine Milch von homogener Zusammensetzung ansammeln; ist aber diese ausgesogen und das Saugen dauert fort, so wird aus den feineren Gängen eine nun fettreichere Milch entfernt. Möglicherweise könnte auch die Adhäsion der Milchkügelchen an der Wand der Gänge dabei von Einfluss sein. Saugt das Kind die volle Brust völlig aus, so wird man grosse Differenzen finden, dagegen gar keine, wenn das Kind die volle Brust nur zum Theil aussaugt, so dass sich hierdurch die Inconstanz des Befundes bei Frauenmilch erklären würde (Heynsius).

In Bezug auf die übrigen Milchbestandtheile stellen sich constante Mengenverschiedenheiten nicht heraus.

Einfluss der Absonderungsgrösse.

Einfluss der Absonderungsgrösse. Nach den Beobachtungen von Vernois und Becquerel scheint auch die Menge der secernirten Milch einen bestimmten Einfluss auf ihre quantitative Zusammensetzung zu äussern.

In der Frauenmilch soll das Caseïn mit der Menge der Milch zunehmen, ebenso auch der Milchzucker, während die Butter in sparsam secernirter Milch in reichlicherer Menge enthalten ist, wie bei gesteigerter Secretion.

Bei Kühen wollen bezüglich des Caseïns Becquerel und Vernois das umgekehrte Verhältniss beobachtet haben, mehr Caseïn nämlich in sparsam abgesonderter Milch, wie in reichlich secernirter.

Einfluss des Geschlechtslebens.

Einfluss des Geschlechtslebens. Von der Regel, dass während der Zeit des Stillens die Menstruation ausbleibt, giebt es Ausnahmen, nämlich bei Erstgebährenden und das erste Mal Stillenden. Ueber den Einfluss der Menstruation auf die quantitative Zusammensetzung der Milch bei stillenden Frauen, liegen ebenfalls Beobachtungen von Becquerel und Vernois vor; obgleich die aus den angestellten Analysen gezogenen Mittelzahlen dafür sprechen, dass während der Menstruation eine Zunahme des Caseïn- und Buttergehaltes stattfinde, so sind doch für den Buttergehalt die Einzelanalysen viel zu sehr von einander abweichend, als dass der Mittelzahl grosse Bedeutung eingeräumt werden könnte. Die Einzelanalysen ergaben nämlich bald beträchtliche Vermehrung, bald beträchtliche Verminderung des Buttergehaltes. Wir stellen die berechneten Mittel mit demjenigen der Frauenmilch unter gewöhnlichen Bedingungen tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Stillende Frauen ausser der Zeit der Menstruation 10 Fälle	Stillende Frauen während der Zeit der Menstruation 3 Fälle	Normale Frauenmilch nicht menstruirter Frauen 89 Fälle
Wasser	889,51	881,44	889,08
Feste Stoffe . . .	110,49	118,56	110,92
Caseïn	38,67	47,49	39,24
Butter	26,54	29,15	26,66
Milchzucker . . .	43,88	40,49	43,64
Salze	1,38	1,45	1,38

Auch nach Roger wird übrigens die Milch während der Menstruation reicher an festen Stoffen.

Nach Becquerel und Vernois soll die Milch Erstgebährender

wasserhaltiger sein, wie die Mehrgebährender. Im ersten Falle sollen Caseïn, Butter und Zucker gleichmässig vermindert sein.

In einem Falle während des Stillens eingetretener Schwangerschaft, fanden Vernois und Becquerel im Beginne derselben die Zusammensetzung der Frauenmilch unverändert, gegen das Ende derselben aber die festen Stoffe und namentlich die Butter vermehrt. In Betreff des Einflusses der Trächtigkeit auf die Zusammensetzung der Kuhmilch ergaben die Untersuchungen von Vernois und Becquerel die in folgender Tabelle zusammengestellten Verschiedenheiten:

Monate der Trächtigkeit

Bestandtheile für 1000 Theile	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Wasser . . .	867,1	826,8	860,5	869,6	858,0	877,3	752,7
Feste Stoffe .	132,9	173.2	139,5	130,4	142,0	122,7	247,3
Caseïn	48,0	58,1	51,4	51,7	54,9	50,0	115,0
Butter	42,5	70,6	47,5	37,4	43,3	35,3	44,1
Milchzucker .	35,7	38,7	34,0	34,5	36,8	32,0	76,7
Salze	6,6	5,7	6,5	7,0	7,1	5,4	11,6

Einfluss der Nahrung.

Einfluss der Nahrung. Es kann von vornherein nicht bezweifelt werden, dass die Qualität und Quantität der Nahrung auf die Beschaffenheit der Milch einen mehr oder weniger tiefgreifenden Einfluss ausüben wird und in der That sprechen auch dafür zahlreiche allgemeine ökonomische und ärztliche Erfahrungen. Exacte chemische Untersuchungen, zur Eruirung des Wirkungswerthes dieses Einflusses auf das Mengenverhältniss der einzelnen Milchbestandtheile, mangeln aber noch sehr. Auch beziehen sich die Untersuchungen, wo selbe angestellt wurden, vorzugsweise auf die Milch von Thieren und halten vorzugsweise den Milchertrag bei verschiedenem Futter im Auge.

Die wenigen Beobachtungen über Frauenmilch sind vorzugsweise von Vernois und Becquerel angestellt. Nach den Ergebnissen derselben scheint die Art der Nahrung einen nur untergeordneten Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch auszuüben, wohl aber ist das Maass derselben von Bedeutung.

Reichliche Nahrung veranlasst eine Vermehrung des Caseïns und der Butter der Frauenmilch. Da nun mit der reichlichen Kost sich auch die täglich secernirte Milchmenge steigert, so muss auch die tägliche Caseïn- und Buttermenge damit wachsen. Bei mittlerer Kost sollen die festen Stoffe der Milch überhaupt und namentlich Caseïn und Butter abnehmen, während die genannten Beobachter nach länger fortgesetztem

Hungern die Frauenmilch ärmer an Wasser und reicher an Caseïn und Butter werden sahen. Zucker und Salze dagegen hatten abgenommen; kärgliche Nahrung macht die Milch ärmer an festen Stoffen.

Bezüglich der Milch von Kühen fanden Vernois und Becquerel, dass die Kühe, welche am meisten Nahrung erhalten, auch den reichsten Milchertrag geben.

Betrachtet man das Ergebniss der an Thieren angestellten Untersuchungen über den Einfluss der Art der Nahrung, so ist dasselbe ein wenig befriedigendes. Die Angaben widersprechen sich nicht selten geradezu. So wird angegeben, dass bei Hündinen eine Vermehrung des Caseïns bei Fleischnahrung und eine Verminderung desselben bei rein vegetabilischer Nahrung eintrete. Eine Vermehrung der Butter soll bei Hündinen nach vegetabilischer Nahrung eintreten und ebenso eine Vermehrung des Milchzuckers, der bei Fleischnahrung zwar nicht, wie man annahm, gänzlich verschwindet (Dumas), wohl aber auf ein Minimum herabsinkt (Bensch). Ssubotin und Kemmerich dagegen wollen gefunden haben, dass bei Hündinen Fleischnahrung den Buttergehalt der Milch erhöhe, während Nahrung mit Fett oder mit Kohlehydraten die Milchsecretion sehr herabsetze.

So zahlreich die Untersuchungen über die Zusammensetzung der Kuhmilch bei verschiedenem Futter sind, so wenig beweisen sie. Im Allgemeinen beweisen sie, dass der Einfluss der Art des Futters, so lange die Thiere nur keinen Mangel leiden, keineswegs so gross ist, als man erwarten sollte. Dies geht namentlich aus den Untersuchungen von Boussingault hervor. Thomson dagegen leitet aus seinen ebenfalls umfassenden Beobachtungen über den Ertrag und den Buttergehalt der Milch bei verschiedener Fütterung den Satz ab, dass die Menge der Milch ebensowohl wie ihr Reichthum an Butter mit dem Stickstoffgehalt der Nahrung zunehme. Er hat dieses Ergebniss für eine fünftägige Periode und in Durchschnittszahlen für zwei Kühe durch folgende Tabelle veranschaulicht:

Futterart	N-Gehalt des Futters in Procenten	Milchertrag in Pfunden	Butter in Pfunden
Gras	2,32	114	3,50
Gerste mit Heu	3,89	107	3,43
Malz mit Heu	3,34	102	3,20
Gerste, Syrup und Heu	3,82	106	3,44
Gerste, Leinsamen und Heu	4,14	108	3,48
Bohnen und Heu	5,27	108	3,72

Von der Regel, welche in diesen Zahlen ausgesprochen ist, macht, wie man sieht, die Fütterung mit Gras eine Ausnahme. Es ist aber bei den praktischen Landwirthen längst bekannt, dass grünes Futter den reichlichsten Milchertrag liefert.

Den Gehalt der Milch an festen Stoffen überhaupt für eine andere fünftägige Periode ergiebt nachstehende Tabelle.

Futterart	Feste Stoffe überhaupt in Pfunden	Butter für sich in Pfunden
Gras	29,64	5,96
Gerste, ungeschroten . . .	25,57	5,56
Malz, ungeschroten . . .	24,82	6,56
Geschrotene Gerste . . .	28,12	6,87
Geschrotenes Malz . .	26,61	6,43
Gerste mit Melasse . . .	25,69	7,00
Gerste mit Leinsamen . .	27,48	7,00
Bohnen	27,00	7,50

Aus Thomson's Beobachtungen lässt sich ausserdem noch entnehmen, dass der Milchertrag einer Kuh bei gleichförmiger Diät, z. B. blosser Gerstenfütterung, nach einiger Zeit abnimmt und mit dem Wechsel derselben wieder steigt.

Ein wesentlich anderes Ergebniss hatten die von Playfair allerdings für sehr kurze Perioden angestellten Versuche, deren Resultate sich in nachstehender Weise tabellarisch zusammenfassen lassen:

Fütterung	Aufenthalt im	Tag	Casein in Procenten	Butter in Procenten	Milchzucker in Procenten	Salze in Procenten	Wasser in Procenten	Milchmenge in Pfunden
Morgens: Nachgras . . .	Freien	erster	5,4	3,7	3,8	0,6	86,5	7,31
Abends: Nachgras	„	„	3,9	5,6	3,0	0,5	87,0	10,94
„ Nachgras	Stalle	zweiter	4,9	5,1	3,8	0,5	85,7	8,51
„ Heu, Hafer, Bohnen	„	dritter	5,4	3,9	4,8	0,5	85,4	10,54
Morgens: Heu, Hafer, Bohn.	„	„	3,9	4,6	4,5	0,7	86,3	11,61
Abends: Kartoffeln . . .	„	vierter	3,9	6.7	4,6	0,6	84,2	12,90
Morgens: Kartoffeln . . .	„	„	2,7	4,9	5,0	0,5	86,9	10,32
Abends: Heu, Kartoffeln .	„	fünfter	3,9	4,6	3,9	0,5	87,1	13,18
Morgens: Heu, Kartoffeln	„	„	3,5	4,9	3,8	0,5	87,3	12,20

Aus diesen Versuchen zieht Playfair den Schluss, dass stickstoffarmes Futter viel und butterreiche Milch giebt und dass Ruhe (Stallfütterung) ebenso wirkt, während Bewegung im Freien auf armer Weide käsestoffreichere Milch liefert.

Auch Knobloch kam übrigens durch seine Versuche zu dem Resultate, dass die Milch der Kühe bei Winterfutter ärmer ist an Caseïn, als bei Sommerfutter.

In den Versuchen, die Péligot bei einer Eselin mit verschiedenem Futter anstellte, blieb die Menge der Butter und des Milchzuckers (der mit Salzen und Extractivstoffen collectiv bestimmt wurde), ziemlich gleich; am meisten Caseïn enthielt die Milch bei Fütterung mit Runkelrüben, weniger bei der Fütterung mit Mohrrüben ohne Blätter, noch weniger bei der Fütterung mit Hafer und Luzerne und am wenigsten bei der Fütterung mit Kartoffeln.

Bestandtheile in 1000 Theilen	Runkelrüben	Mohrrüben ohne Blätter	Hafer und Luzerne	Kartoffeln
Wasser	896,7	911,1	906,3	907,1
Feste Stoffe	102,3	88,9	93,7	92,9
Caseïn	23,3	16,2	15,5	12,0
Butter	13,9	12,5	14,0	13,9
Milchzucker, Salze	65,1	60,2	64,2	67,0

Viele Kräuter theilen ihren Geruch und Geschmack der Milch von Thieren mit. Wenn die Kühe Laucharten oder gewisse Doldenpflanzen gefressen haben, so hat die Milch auch den Geruch und Geschmack jener Pflanzen.

Einfluss von Gemüthsaffecten

Ueber den Einfluss, welchen Gemüthsaffecte auf die Zusammensetzung der Milch ausüben, bestehen zahlreiche Erfahrungen der Aerzte, welche es ganz unzweifelhaft erscheinen lassen, dass durch heftige Gemüthsaffecte die Milch bedeutende Veränderungen erfahren könne, so zwar, dass sie auf die Gesundheit des Säuglings nachtheilig, ja sogar tödtlich wirken kann. Welcher Art aber diese Veränderungen sind, ist nicht ermittelt und es hat die Chemie, wenigstens bis jetzt, nichts beigetragen, um das hier herrschende Dunkel aufzuhellen. Die für einen Einfluss sprechenden ärztlichen Erfahrungen sind in den Handbüchern der Pathologie und Gynäcologie niedergelegt.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Milch unter pathologischen Verhältnissen.

Verschiedenheiten in der quantitativen Zusammensetzung der Milch unter pathologischen Verhältnissen.

Ueber die Veränderungen, welche die Zusammensetzung der Milch im Gefolge von Krankheiten erleidet, weiss man noch sehr wenig. Nicht nur allein sind die vorliegenden Untersuchungen noch viel zu spärlich, um zu allgemeinen Schlüssen zu berechtigen, sondern es ist überhaupt sehr fraglich, ob bei der Menge von Momenten, von denen die Zusammensetzung der Milch innerhalb der physiologischen Breitegrade abhängig ist, auch viel zahlreichere Untersuchungen wie die vorliegenden, zu erheblichen Resultaten führen würden, da das Postulat, bei derartigen Untersuchungen alle physiologischen Einflüsse zu eliminiren, kaum durchgreifend zu erfüllen sein dürfte.

Die auf die Frauenmilch bezüglichen Beobachtungen von Becquerel und Vernois ergaben für die verschiedenen Krankheiten wenig constante Zahlen und es lassen sich so wenig Schlüsse daraus ziehen, dass wir uns damit begnügen, auf die Abhandlungen selbst zu verweisen.

Ueber einen Fall von Frauenmilch, in welcher das Caseïn gänzlich fehlte, dagegen eine reichliche Menge gewöhnliches Albumin enthalten war, haben Filhol und Joly Beobachtungen gemacht. Die Milch stammte von einer 28jährigen Frau, bei der sich, obwohl sie nicht stillte, 10 Monate nach ihrer dritten Entbindung reichliche Milchsecretion eingestellt hatte. Die Milch schmeckte salzig, reagirte alkalisch, war etwas fadenziehend, besass ein specifisches Gewicht von 1,029, und ergab bei der mikroskopischen Untersuchung neben den gewöhnlichen Milchkügelchen einige Colostrumkörperchen. Sie wurde weder durch Lab, noch durch Essigsäure coagulirt, gerann aber beim Erhitzen auf 75 bis 80° C. wie Hühnereiweiss. Die Analysen mit verschiedenen Proben angestellt, ergaben folgende Zahlen.

Bestandtheile für 1000 Theile	I. Probe	II. Probe	III. Probe.
Wasser	785,0	817,0	803,7
Feste Stoffe	215,0	183,0	196,3
Albumin	129,6	90,0	66,5
Butter	50,0	61,5	78,0
Milchzucker	21,9	12,7	35,0
Salze und Extractivstoffe	13,5	18,8	16,8

Diese Milch war demnach viel reicher an festen Bestandtheilen wie normale Milch, enthielt beträchtlich mehr Salze (die vierfache Menge der

mittleren normalen), weniger Zucker, und statt Caseïn sehr viel Albumin.

Noch interessanter erscheint die von Filhol und Joly ermittelte Thatsache, dass die Zusammensetzung der Asche dieser Milch von der gewöhnlichen complet abwich, indem darin die Natriumverbindungen über die Kaliumverbindungen bedeutend überwogen. Filhol und Joly fanden nämlich in 100 Thln. obiger Milch:

Chlornatrium	73,10
Chlorkalium	Spur
Phosphorsauren Kalk	24,40
Phosphorsaures Natron	1,89
Phosphorsaure Magnesia } Phosphorsaures Eisenoxyd }	0,61

Eine enorme Vermehrung der Butter in der Frauenmilch beobachtete Schlossberger. Dieselbe stammte aus einer ungeheuer vergrösserten Brust einer kräftigen 26jährigen Frau. Die aus der 14 Pfund schweren und später amputirten Brustdrüse gewonnene Milch war rahmähnlich, leichter wie Wasser (specif. Gewicht 0,98 bis 0,99), und zeigte unter dem Mikroskop nichts von normaler Milch Abweichendes. Auch ihr chemisches Verhalten war das gewöhnlicher Milch.

1000 dieser Milch enthielten:	
Wasser	675,2
Feste Stoffe	324,8
Casein	27,4
Butter	285,4
Milchzucker	7,4
Salze	4,1

Milch kranker Thiere.

Die Angaben über die Veränderungen, welche die Kuhmilch im Gefolge von Krankheiten der Thiere erleidet, sind wo möglich noch schwankender, wie jene über die Frauenmilch. Die betreffenden Beobachtungen finden sich in den grösseren Sammelwerken über Veterinärmedicin und in Lehmann's Zoochemie, Heidelberg 1858, auf welches Werk wir hiermit besonders verweisen. Bei Hündinen beobachteten Filhol und Joly und zwar bei jungfräulichen, die Secretion einer Milch, deren Zusammensetzung mit derjenigen übereinstimmend war, welche sie bei obiger Frauenmilch beobachteten.

Abnorme Veränderungen der Milch und abnorme Milchsecretion.

Abnorme Milch und Milchsecretion.

Zuweilen finden sich in der Milch der Kühe, auch wohl in der von Frauen, eigenthümliche Färbungen. Die am häufigsten vorkommende derartige Erscheinung ist die sogenannte blaue Milch. Diese Färbungen rühren von beim Stehen der Milch an der Luft sich entwickelnden Infu-

sorien oder niederen pflanzlichen Organismen her. Fuchs leitet die blaue Färbung der Milch von einem Infusorium ab, welches er Vibrio cyanogeneus nennt, Bailleul dagegen von einem Byssus. Lehmann schliesst sich nach seinen Erfahrungen der Meinung von Fuchs an.

Uebergang von Arzneistoffen in die Milch.

Auch durch Arzneistoffe, von welchen einige, wie bereits oben erwähnt wurde, in die Milch übergehen, erleidet die Milch Veränderungen ihrer Eigenschaften als Nahrungsmittel, ob auch ihrer quantitativen Zusammensetzung, ist nicht bekannt. Die ärztliche Erfahrung lehrt, dass Arzneimittel, welche der Mutter gereicht werden, durch die Milch ihre Wirkung auch auf den Säugling erstrecken. So ist ein Fall bekannt geworden, wo der Gebrauch von 20 Tropfen Opiumtinctur seitens der Mutter, auf das Kind, welches nachher gesäugt hatte, die Wirkung hatte, dass es unmittelbar nach dem Trinken in einen 43 Stunden lang dauernden Schlaf verfiel.

Dass namentlich auch Jod sehr leicht in die Milch übergeht, haben wir bereits weiter oben erwähnt. In Südamerika hat man den jedenfalls interessanten Versuch gemacht, Lamas mit jodhaltigen Fucusarten zu füttern und die von diesen Thieren gelieferte jodhaltige Milch als Arzneimittel für Kranke zu verwenden.

Hexenmilch.

Fast alle Neugeborenen, männliche und weibliche, sondern aus der Brustdrüse einige Tage nach der Geburt einen Saft ab: die sogenannte Hexenmilch. Sie erscheint meist am vierten Tage nach der Geburt, erreicht am achten ihr Maximum und ist nach Verlauf eines Monats meist verschwunden. Unter dem Mikroskop zeigt sie Milchkügelchen und Colostrumkörperchen. Nach Schlossberger verhält sie sich wie gewässerte Milch.

Bei erwachsenen Männern und männlichen Säugethieren stellt sich in sehr seltenen Fällen ohne nachweisbare Ursache wahre Milchabsonderung ein. Schlossberger analysirte eine derartige Milch eines Bockes. Wir stellen die Resultate seiner Analysen der Hexen- und Bocksmilch tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Hexenmilch	Bocksmilch
Wasser	967,5	850,9
Feste Stoffe	32,5	149,1
Caseïn		96,6
Butter	36,5 (Caseïn, Butter, Milchzucker)	26,5
Milchzucker		26,0 (Milchzucker, Salze)
Salze	0,5	

Der Buttergehalt der Hexenmilch betrug 8,2 pr. Mill.

Uterinmilch.

Uterinmilch. Unter dieser Bezeichnung versteht man das Secret eigenthümlicher Drüsen auf der Innenfläche des zweihörnigen Uterus der Wiederkäuer.

Sein Ansehen ist das der Milch oder des Chylus, seine Consistenz rahmähnlich, es ist geruchlos, reagirt schwach sauer (Schlossberger), neutral oder alkalisch (Gamgee) und zeigt unter dem Mikroskop zahlreiche zellige Elemente. Es enthält ausser Wasser, Albumin, ziemlich viel Fett, Extractivstoffe und anorganische Salze. In der Asche Phosphorsäure, Kali, Natron, Kalk, eine Spur Chlor und Eisenoxyd. Zucker ist in der Uterinmilch nicht enthalten, dieselbe hat also ausser ihrer Farbe und Consistenz von der Milch nur den Namen.

Bildung der Milch (Milchbereitung).

Bildung der Milch.

Wenn wir die Bestandtheile der Milch mit jenen des Blutes vergleichen und wenn wir namentlich auch die Zusammensetzung der Aschenbestandtheile beider Flüssigkeiten ins Auge fassen, so ergiebt sich ohne Weiteres, dass von einer Bildung der Milch durch blosse Transsudation keine Rede sein könne. Abgesehen von dem Caseïn, ist der Milchzucker der Milch als solcher ausschliesslich eigenthümlich. Derselbe findet sich nicht nur allein nicht im Blute, sondern ist mit Ausnahme der Milch noch nirgends im Thierorganismus angetroffen. Die Versuche von Cl. Bérnard lehren ausserdem, dass wenn grosse Mengen Rohr- oder Krümelzucker in das Blut von weiblichen Kaninchen oder Hunden injicirt werden, in der Milch dieser Thiere sich doch immer nur Milchzucker findet. Was die Fette der Milch anbelangt, so wäre ein directer Uebergang derselben allerdings denkbar, aber er ist wenig wahrscheinlich, da dann eigenthümliche osmotische Verhältnisse in den Capillaren der Brustdrüsen angenommen werden müssten, denn von dem im Blute constant vorkommenden Cholesterin findet sich in der Milch nichts, auch sind die Fette des Blutes grösstentheils verseift, die der Milch aber bekanntlich nicht. Endlich erscheint das Fett der Milch von Membranen umschlossen in Gestalt der Milchkügelchen, die als solche im Blute nicht enthalten sind und auch, wenn sie darin enthalten wären, wohl kaum durch die Gefässwände transsudiren könnten. Die Entstehung der Milchkügelchen in der Drüse ist übrigens von den Histologen bereits nachgewiesen. Nach Allem kann es daher als ausgemacht gelten, dass die Milch als solche erst in den Brustdrüsen gebildet wird. Durch welche chemische Vorgänge dieses aber geschieht und welche Factoren von Seite der Drüse dabei in Wirkung treten, ist noch gänzlich unaufgeklärt. Die auffallende Uebereinstimmung, welche sich in der Zusammensetzung der Milchasche und jener der Blutkörperchen zu erkennen giebt, deutet darauf hin, dass das Material zur Milchbildung, wofern dabei das Blut in Frage kommt, hauptsächlich von den Blutkörperchen geliefert werde, doch sind auch dafür andere Anhaltspunkte nicht gegeben.

Physiologische Bedeutung der Milch.

Physiologische Bedeutung der Milch.

Die physiologische Bedeutung der Milch liegt auf der Hand. Die Milch ist die einzige Nahrung des Säuglings und kann für diesen durch jede andere Art von Nahrung entweder nicht oder nur unvollkommen ersetzt werden. Die Milch von Säugethieren wird übrigens beinahe von allen Völkern als ein Hauptnahrungsmittel benutzt und spielt auch als Beimischung zu den verschiedensten Speisen der Culturvölker eine grosse Rolle. Ihre physiologische Bedeutung als Nahrungsmittel des Säuglings ist darin begründet, weil sie aus allen Gruppen der zur Gewebsbildung und zum Ersatze des Verlorenen nöthigen Stoffe: der Albuminate, der Kohlehydrate, der Fette und der Salze Repräsentanten und zwar in einem Mischungsverhältnisse enthält, wie es den Ernährungsverhältnissen des Neugeborenen angemessen ist. Dieses Mischungsverhältniss ist keineswegs das, welches sich für den erwachsenen Organismus als das geeignetste erweist, allein es ist dasjenige, welches den Ernährungszwecken des Säuglings am Vollkommensten entspricht. Bemerkenswerth erscheint in diesem Verhältnisse das Ueberwiegen der Fette und der grosse Reichthum an phosphorsauren Erden, von welchen ein Theil in inniger Weise an das Caseïn: das Albuminat der Milch, gebunden ist. Das auf gewöhnliche Weise dargestellte lösliche Caseïn enthält an 10 Proc. phosphorsauren Kalk. Von den anorganischen Salzen der Milch machen die phosphorsauren Erden etwa $^2/_3$ vom Gewichte derselben aus. Dass dieses Verhältniss kein zufälliges ist, leuchtet sofort ein, wenn man berücksichtigt, dass beim Säuglinge das in der Entwickelung am meisten zurückgebliebene Gewebe das Knochengewebe ist, welches sich nach der Geburt sehr rasch fortentwickelt, zu dieser Entwickelung aber bedeutender Mengen phosphorsaurer Erden, und namentlich phosphorsauren Kalks bedarf. Ebenso wenig zufällig ist es, dass sich das Caseïn der Milch mit der fortschreitenden Entwickelung des Säuglings vermehrt, da in dem Maasse, als der junge Organismus an Volumen und an Masse zunimmt, sich auch das Bedürfniss nach Albuminaten in der Nahrung, die zur Entwickelung der Organe verwendet werden, steigert. Auch der höhere Fettgehalt der Milch gegenüber dem durchschnittlichen Fettgehalt des Nahrungsmaasses Erwachsener findet in den Ernährungsverhältnissen des Säuglings seine genügende Erklärung, doch werden wir auf einen anderen möglichen Grund dieses Verhältnisses noch bei anderer Veranlassung zurückkommen.

Man hat auf Grund der Thatsache, dass die Frauenmilch Jahre lang die einzige und durch nichts vollständig zu ersetzende Nahrung des kindlichen Organismus ist, die Milch als ein Normalnahrungsmittel ansehen zu dürfen geglaubt, und das Mischungsverhältniss der Albuminate, Fette, Kohlehydrate und Salze: 10 Theile Albuminate, 10 Theile Fett, 20 Theile Zucker und 0,6 Theile Salze als das dem Organismus über-

haupt entsprechende betrachtet. Nach dem Gesagten bedarf es keiner Erläuterung, dass diese Voraussetzung im Allgemeinen unrichtig ist und in der Nutzanwendung einer bedeutenden Beschränkung bedarf.

In jenen Fällen, wo die Mutterbrust dem Säugling keine oder nur ungenügende Nahrung darbietet, muss zu Surrogaten, zur Milch der Thiere, die Zuflucht genommen werden, und diejenige wird natürlich dem Zwecke am besten entsprechen, welche sich in ihrer Zusammensetzung jener der Frauenmilch am meisten nähert. Als diätetischen Fingerzeig lassen wir das Verhältniss der Bestandtheile in der Frauenmilch und in der Milch einiger Thiere in einer Tabelle zusammengestellt folgen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauen-milch	Kuh-milch	Ziegen-milch	Schaf-milch	Esels-milch	Stuten-milch
Wasser	889,08	857,03	863,58	839,89	910,24	828,37
Feste Stoffe . .	110,92	142,95	136,42	160,11	89,76	171,63
Caseïn	39,24	48,28	33,60	53,42	20,18	16,41
Albumin . . .	—	5,76	12,99			
Butter	26,66	43,05	43,57	58,90	12,56	68,72
Milchzucker .	43,64	40,37	40,04	40,98	57,02	86,50
Salze	1,38	5,48	6,22	6,81		

Nach dem aufsteigenden Gehalte an den Hauptbestandtheilen kommen die Milchsorten in folgende Reihen:

An Wasser		An Albuminaten	
Stutenmilch	828,37	Stutenmilch	16,41
Schafmilch	839,89	Eselsmilch	20,18
Kuhmilch	857,05	Frauenmilch	39,24
Ziegenmilch	863,58	Ziegenmilch	46,59
Frauenmilch	889,08	Schafmilch	53,42
Eselsmilch	910,24	Kuhmilch	54,04

An Butter		An Milchzucker und Salzen	
Eselsmilch	12,56	Frauenmilch	45,02
Frauenmilch	26,66	Kuhmilch	45,85
Kuhmilch	43,05	Ziegenmilch	46,26
Ziegenmilch	43,57	Schafmilch	47,79
Schafmilch	58,90	Eselsmilch	57,02
Stutenmilch	68,72	Stutenmilch	86,50

In Bezug auf das Verhältniss von Milchzucker und Salzen ist aber zu bemerken, dass bei der Esels- und Stutenmilch Milchzucker und Salze collectiv bestimmt wurden und dass für sich berechnet, der Milchzuckergehalt der Frauenmilch höher ist, wie der der Kuh-, Ziegen- und Schafmilch. Im Ganzen aber ergiebt sich das Resultat, dass zwar keine der aufgeführten Milchsorten der Frauenmilch, auch nur annähernd gleich zusammengesetzt ist, dass ihr aber die Eselsmilch noch am nächsten kommt. Dass unverdünnte Kuhmilch von Säuglingen in der Regel nicht vertragen wird, findet in den erörterten Verhältnissen seine genügende Erklärung. Indem man die Kuhmilch aber mit Wasser verdünnt und ihr etwas Milchzucker zusetzt, kann man sie der Frauenmilch im höchsten Grade ähnlich machen. Auch eine Mischung von 1 Thl. Kuhmilch und 2 Thln. Eselsmilch wäre ein passendes Verhältniss. Eine sich grossen Erfolges erfreuende, sinnreiche Combination Liebig's (Liebig's Kindersuppe) gehört in das Gebiet der Diaetetik und Gynäkologie.

Für die physiologische Bedeutung der Milch als Nahrungsmittel für Erwachsene, ist auch der Käse, als eine Umgestaltung der Milch in eine Form, welche den Transport von dem Productionsort aus, nach einem weiteren Kreise des Consums möglich macht, von Wichtigkeit.

Zur gerichtlichen und polizeilichen Chemie der Milch.

Gerichtliche Chemie der Milch.

Zuweilen wird an den Chemiker von Seite des Gerichts die Frage gestellt, ob Flecken auf Hemden oder anderen Wäschestücken von Milch herrühren. Anhaltspunkte für die Beantwortung einer derartigen Frage geben die äusseren Charaktere solcher Flecken und ihr chemisches Verhalten. Milchflecken sind gewöhnlich gelblich, fühlen sich etwas steif an und haben meist umschriebene Ränder. Wenn man einen derartigen Flecken mit etwas (wenig) Wasser aufweicht und einen Tropfen der Flüssigkeit unter das Mikroskop bringt, so erkennt man gewöhnlich ohne Schwierigkeit die Milchkügelchen. Eine andere Partie der Flecken extrahirt man mit kaltem Wasser und prüft die filtrirte Lösung auf Caseïn; eine dritte Probe erschöpft man unter Zusatz von etwas Kali

mit Aether und verdunstet die ätherische Lösung, wobei die Fette der Milch als Rückstand bleiben. Einen weiter mit verdünntem Weingeist bereiteten Auszug endlich, prüft man mit der Fehling'schen Flüssigkeit auf Zucker. Ein positives Ergebniss aller dieser Versuche ist für die Natur der Flecken vollkommen beweisend.

Es ist ein sehr gewöhnliches Verfahren von Seite der Milchverkäufer, die Gerinnung der Milch künstlich zu verhindern oder zu verzögern. Zu diesem Zwecke wird häufig Natronbicarbonat angewendet. Das Bicarbonat, indem es die gebildete Milchsäure vollständig sättigt, verhindert dadurch die Gerinnung des Caseïns. $^{1}/_{1000}$ doppeltkohlensaures Natron genügt zu diesem Zwecke. Eine in Paris gewöhnliche Mischung, Conservateur du lait geheissen, besteht aus einer Lösung von 95 Grm. doppeltkohlensaurem Natron in 905 Grm. Wasser. Zur heissen Jahreszeit setzt man 1 Decilitre dieser Lösung zu 20 Litre Milch.

Das einfachste Verfahren, um einen Zusatz von kohlensaurem Natron zur Milch zu entdecken, besteht darin, die fragliche Milch mit dem gleichen Gewicht Alkohol zu versetzen, wodurch das Caseïn gefällt wird. Man erhält, wenn kohlensaures Natron zugesetzt wurde, ein alkalisch reagirendes Filtrat, welches abgedampft, einen mit Säuren brausenden Rückstand hinterlässt.

Es ist beachtenswerth, dass ein geringer Zusatz von kohlensaurem Natron zur Milch ihren Geschmack und ihre sonstigen Eigenschaften nicht wesentlich alterirt, auch ist er keineswegs der Gesundheit der Consumenten nachtheilig.

Auch durch Aufkochen der Milch wird ihr Sauerwerden verzögert. Gekochte Milch giebt sich dem Geübten durch Geruch und Geschmack zu erkennen, aber nach den Angaben Quevenne's auch durch Lab. Gekochte Milch wird durch Lab viel später und unvollständiger coagulirt, wie normale. Jedenfalls ist bei diesem Verfahren mit normaler Milch eine Gegenprobe anzustellen. Wenn nach Verlauf von 10 Stunden die normale Milch coagulirt ist, während die verdächtige noch flüssig erscheint, so spricht dies für die Annahme, dass die Milch gekocht wurde. Doch kann die Coagulation auch in sonst verfälschter oder abnormer Milch verspätet eintreten. Es bietet daher dieses Verfahren keineswegs volle Sicherheit dar.

Conservation der Milch.

Zur Conservation der Milch (bei Seereisen u. s. w.) sind verschiedene Methoden vorgeschlagen. Eine der ihrem Zwecke am besten entsprechenden ist die von Lignac. Sie besteht darin, zu sehr guter Milch auf je 1 Liter 75 bis 80 Grm. weissen Rohrzucker zu setzen und hierauf die Milch im Dampfapparate in flachen Gefässen unter beständigem Umrühren auf $^{1}/_{5}$ ihres Volumens einzudampfen. Der Rückstand wird in cylindrische Blechbüchsen gebracht und nach der Appert'schen Methode hermetisch verschlossen.

Verfälschungen derselben.

Eine der gewöhnlichsten Verfälschungen der Milch ist ihre Verdünnung mit Wasser. Andere sind der Zusatz von Zucker, Stärke, Mehl,

Dextrin, Reis- und Gerstenschleim, Gummi, Eiweiss und Eigelb, Caramel, Thomaszucker, Leim, Hausenblase, Liquirizzensaft, Cichorien, Blutserum, Mandelmilch, Gehirn. Auf welche Weise alle diese Verfälschungen ausgemittelt werden, dies zu beschreiben gehört in das Gebiet der gerichtlichen Chemie. Wir beschränken uns darauf, in den allgemeinsten Grundzügen anzugeben, wie man eine Verfälschung der Milch mit Wasser zu erkennen sucht und wie man überhaupt die Milch auf ihre Güte prüft.

Milchproben.

Eine genaue chemische Analyse der Milch würde allerdings am sichersten zum Ziele führen, allein die Anwendbarkeit dieser Methode für die sanitätspolizeiliche Controle der Milch in grösseren Städten und gerade hier erscheint eine solche Controle am nöthigsten, scheitert an zwei Umständen: an dem Zeitaufwande, welchen jede derartige Analyse erfordert, der die nahezu gleichzeitige Prüfung vieler Milchproben unmöglich macht und daran, dass eine solche Analyse nur von einem gewandten Chemiker ausgeführt werden kann.

Man hat deshalb, um die häufigste aller Milchfälschungen: die Verdünnung, theilweise auch wohl schon abgerahmter Milch mit Wasser, rasch und ohne besonderen Aufwand von Geschicklichkeit zu erkennen, verschiedene Methoden ersonnen und in Anwendung gezogen. Diese Methoden beruhen alle auf der Anwendung von Messinstrumenten, durch welche man den Wassergehalt, den Zuckergehalt und den Rahmgehalt der Milch approximativ ermittelt.

Die bekannteren derartigen Methoden sind folgende:

Das Lactoskop von Donné. Dieses Instrument hat den Zweck, den Buttergehalt der Milch auszumitteln. Es besteht aus zwei auf einem feinen Schraubengang ineinander laufenden Cylindern, die an einem Ende durch Glasplatten geschlossen sind und zwischen diesen letzteren die zu prüfende Milch einschliessen. Das Ganze hat die Form und Einrichtung eines Operngunckers und beruht auf der Messung des Grades der Durchsichtigkeit der Milch. In dünnen Schichten wird die Milch durchscheinend und zwar um so weniger, je mehr Milchkügelchen sie enthält. Eine auf analytische Bestimmungen sich beziehende Scala zeigt den Buttergehalt in Procenten an. Die Messung der Milch geschieht in der Weise, dass man in einem dunklen Zimmer, auf eine Entfernung von drei Fuss, eine Kerzenflamme durch die Milchschicht betrachtet und das Instrument so einstellt, dass die Flamme noch eben sichtbar ist.

Die Alfr. Vogel'sche Milchprobe. Dieselbe ist im Wesentlichen eine Abänderung und Vereinfachung der Donné'schen Probe und unterscheidet sich von letzterer zunächst darin, dass man, statt die Dicke einer Milchschicht zu messen, durch welche hindurch das Licht einer Kerze sichtbar wird, die Menge von Milch misst, welche dazu gehört, Wasser so undurchsichtig zu machen, dass es in einer Schicht von bestimmter Dicke das Kerzenbild völlig verschwinden lässt. Je verdünnter eine Milch ist, eine um so grössere Menge derselben muss natürlicher Weise dem gemessenen Wasser zugesetzt werden, um dieses Ziel zu erreichen. Die zur Ausführung dieser Milchprobe nöthigen Apparate sind höchst einfach und bestehen 1) in dem Mischglas, welches bis zu einer darauf angebrachten Marke genau 100 CC. Wasser fasst, 2) dem Probeglas, aus zwei planparallelen $\frac{1}{2}$ Centimeter von einander abstehenden, aneinander gekitteten halbkreisförmigen Glasplatten bestehend; 3) in einer in $\frac{1}{2}$ CC. getheilten Pipette.

Hoppe-Seyler ändert dieses Verfahren wieder dahin ab, dass er einer Mischung von 5 CC. Milch und 95 CC. Wasser so lange Wasser zusetzt, bis sie in einer Schicht von 1 CC. Dicke das Licht der Kerze durchlässt.

Das Lacto- oder Cremometer von Dinocourt und Quevenne. Das Instrument besteht aus einer 14 Centimeter hohen Eprouvette mit Fuss und Gradeintheilung. In diesem Cylinder lässt man die Milch 24 Stunden stehen, am besten an einem kühlen Orte und liest dann die Höhe der Rahmschicht am Instrumente ab. Gute Milch soll nicht unter 10 Volumprocente Rahm geben.

Das Lactodensimeter von Quevenne ist ein gewöhnliches Aräometer mit einer empirischen, für den Zweck des Instrumentes construirten Scala. Das Instrument hat ferner eine doppelte Scala für abgerahmte und nicht abgerahmte Milch.

Ein ganz ähnliches Instrument ist das Centesimal-Galactometer von Chevallier. Beide dienen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der abgerahmten und nicht abgerahmten Milch. Die Anwendung der letztgenannten Instrumente geschieht in Verbindung mit der cremometrischen Methode unter genauer Berücksichtigung der Temperatur.

Man bestimmt nämlich das specifische Gewicht der nicht abgerahmten Milch mittelst eines der zuletzt genannten Instrumente und bei einer bekannten Temperatur, bestimmt in einer zweiten Operation den Rahmgehalt mittelst des Cremometers. und in einer dritten Operation das specifische Gewicht der abgerahmten Milch unter Notirung der Temperatur. Aus diesen combinirten Daten lässt sich nach vorhandenen Tabellen der Wassergehalt der Milch berechnen

Das specifische Gewicht der Milch an und für sich giebt, wie wir bereits weiter oben erwähnten, durchaus keinen Anhaltspunkt für die Zusammensetzung der Milch.

Das Saccharimeter oder Polarimeter von Vernois und Becquerel ist ein mit einem Analiseur versehener Polarisationsapparat, der zur Bestimmung des Milchzuckers dient. Man coagulirt eine gemessene oder gewogene Menge Milch, bringt die Molken in die Röhre des Apparates und bestimmt die Drehung. Nach einer Tabelle findet man den der beobachteten Drehung entsprechenden Zucker- und Wassergehalt der Milch.

Nach dem Vorschlage von Poggiale kann man den Zuckergehalt der Milch auch durch eine titirte (Fehling'sche oder Barreswil'sche) Kupferlösung bestimmen, wobei man genau so verfährt, wie bei der Bestimmung des Zuckers durch die Titrirmethode überhaupt. Man kann zu dieser Bestimmung die Molken, oder auch wohl die mit Wasser verdünnte Milch für sich verwenden (Boudet und Boussingault).

Literatur zur Chemie der Milch: Handwörterb. der Physiol. Artikel Milch (Scherer). — Ludwig: Lehrb. der Physiologie 2te Aufl. 2ter Bd. S. 449. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. Giessen 1859. — F. C. Knapp: Die Nahrungsmittel. Braunschweig 1848. — Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. S. 252 — Becquerel u. Vernois: Compt. rend. T. XXXVI, p. 188. Annal. d'Hygiène publ. Avril 1857. L'Union 1857. 26. — Bödeker u. Struckmann: Ann. d. Chem. u. Pharm. XCVII, S. 150. — Wiske: ebendas. XCVIII, S. 124. — v. Gorup-Besanez: Arch. f. phys. Heilkunde. Jahrg. 8, S. 717. — Dumas: Compt. rend. XXI, p. 708. — Bensch: Ann. d. Chem. u. Pharm. LXI, S. 221. — Ssubotin: Centralbl. f. d. med. Wissensch. Nr. 22. 1866. — Kemmerich: ebendas. Nr. 30. 1866. — Heynsius: Bijdrage tot de kennis van de melkafscheiding. Nederl. Lancet V, 603. — Joly et Filhol: Recherches sur le lait. Mém. de l'acad. r. de Belg. Bruxelles 1856. Compt. rend. 1858. T. II. p. 1013. — F. Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. XVII, S. 417. — A. Müller: Journ. f. prakt. Chem. LXXXVIII, 234; XC, 351. — Blondeau: Ann. de Chim. et de Phys. 1864. I, 206. — Millon et Commaille: Compt.

rend. 1864. II, 396. 301. (Uterinmilch.) Morin: Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève T. IX. — E. Schlossberger: Ann. d. Chem. u. Pharm. XCVI. 68. — Gamgee: British and foreign med. chir. review. XXXIII, 1864. 180. (Milchproben.) — Chevallier: Dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires 2me édition. 1858. Paris. — Chr. Müller: Anleitung zur Prüfung der Kuhmilch. Bern 1857. — Alfr. Vogel: Eine neue Milchprobe. Erlangen 1862.

V. Chemie des thierischen Samens.

Die chemische Natur des thierischen Samens ist noch unvollkommen studirt und die darüber angestellten Untersuchungen haben im Ganzen wenig Aufschluss darüber gebracht. Der Samen kann als ein reines Secret, so wie er erhalten wird, nicht betrachtet werden, da ihm immer das Secret der Prostatadrüse beigemischt ist.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der thierische Samen stellt eine schleimige, klebrige, weissliche Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruch dar, welche alsbald nach der Ejaculation gallertig, bald darauf aber dünnflüssig wird. Die Reaction desselben ist neutral oder schwach alkalisch.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Die anatomische Analyse zerlegt den Samen in einen flüssigen und einen aufgeschwemmten Theil. Letzterer, die Formelemente des Samens, besteht:

a) aus den Spermatozoiden oder Samenfäden: sich lebhaft bewegende fadenförmige Gebilde, deren eines Ende, der sogenannte Kopf, kolbenförmig verdickt ist. Der längste Durchmesser des Kopfes beträgt durchschnittlich 0,002‴, der Querdurchmesser 0,0012‴. Die Länge des Schwanzes, welcher nach hinten immer dünner wird und in eine kaum sichtbare Spitze ausläuft, wechselt zwischen 0,008 bis 0,012‴. Die Länge der ganzen Samenfäden beträgt daher etwa 0,012 bis 0,014‴;

b) aus den Samenkörnchen oder Samenzellen: Rundlichen, blassen, fein granulirten Zellengebilden, welche in ihrem mikroskopischen Verhalten eine grosse Aehnlichkeit mit den farblosen Blutkörperchen zeigen. Vor den Pubertätsjahren enthält der Same nur Samenkörnchen und dasselbe ist zuweilen im hohen Alter und bei chronischen Krankheiten der Fall;

c) aus mehr zufälligen Formelementen: Epithelien der Schleimhaut, Prostata- und Schleimkörperchen. Ueber die histologischen Verhältnisse dieser Elemente sind die Hand- und Lehrbücher der allgemeinen Anatomie und Histologie nachzusehen.

Chemische Bestandtheile des Samens.

Chemische Bestandtheile.

Wasser, — Spermatin, — Fette (phosphorhaltige?). — Protagon (?), die anorganischen Salze des Blutes; — vorwiegend phosphorsaure alkalische Erden und Chlornatrium.

Allgemeines chemisches Verhalten des Samens.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Wird Samen mit Wasser vermischt, so setzt er ein schleimiges Sediment ab; wird diese Flüssigkeit gekocht, so wird sie nicht trüber. Versetzt man sie aber mit Alkohol, so findet eine vollständige Gerinnung statt. Wird der Samen eingetrocknet, so löst sich das Spermatin nicht wieder in Wasser auf. Das in Wasser unlöslich gewordene Spermatin wird durch verdünnte Alkalien aufgelöst, aus dieser Lösung aber durch concentrirte Alkalien wieder präcipitirt. Essigsäure erzeugt in der Lösung einen im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder löslichen Niederschlag. Bei der Selbstzersetzung des thierischen Samens bilden sich sehr häufig Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

In dem menschlichen Samen bilden sich bei dem Eintrocknen desselben Krystalle, welche dem monoklinometrischen Systeme anzugehören scheinen und zwar um so zahlreichere und grössere, je langsamer die Verdunstung erfolgt. Dieselben entstehen aus dem Plasma des Samens und scheinen nach ihren mikrochemischen Reactionen eiweissartiger Natur zu sein. Aehnliche oder identische Krystalle bilden sich auch aus Hühnereiweiss (A. Böttcher).

Chemisches Verhalten der Samenfäden.

Chemisches Verhalten der Samenfäden.

Die Samenfäden der Säugethiere werden weder durch concentrirte Mineralsäuren noch durch Essigsäure vollständig gelöst. Schwefelsäure und Salpetersäure färben sie gelblich. Durch das Millon'sche Reagens scheinen sie roth gefärbt zu werden. Kohlensaures Natron ist ohne Einwirkung darauf, kaustisches Ammoniak löst sie nur zum Theil, dagegen lösen sie sich in Kali- und Natronlauge in der Wärme auf. Beim vorsichtigen Glühen des Samens erhielt Valentin eine Asche, welche noch ganz die Form der Samenfäden besass. Der Fäulniss widerstehen sie sehr lange. Donné beobachtete sie noch nach 3 Wochen im faulen Harn. Auch in Samenflecken lassen sie sich noch nach langer Zeit beim Aufweichen wahrnehmen.

Der Hauptbestandtheil der Samenfäden ist ein unlösliches Albuminoid, ausserdem enthalten sie viel phosphorsaure Salze und etwa 4 Proc. eines weichen butterartigen (phosphorhaltigen?) Fettes.

Frerichs ist der Ansicht, dass die unentwickelten Samenfäden aus einem Albuminat im engeren Sinne bestehen, welches später in eine der Hornsubstanz oder dem Schleimstoff ähnliche Substanz übergeht.

Quantitative Zusammensetzung des Samens.

Quantitative Zusammensetzung.

Bei der Lückenhaftigkeit unserer Kentnisse über die chemischen Verhältnisse des Samens ist es nicht zu verwundern, dass auch die quan-

titative Zusammensetzung desselben noch sehr wenig erforscht ist. Wir besitzen weder eine genaue Analyse der organischen Bestandtheile des Samens, also Bestimmungen über das Gewichtsverhältniss des Spermatins, noch exacte Aschenanalysen. Die wenigen Analysen des Samens beziehen sich überdies auf den Samen verschiedener Thiere. Eine quantitative Analyse des menschlichen Samens wurde nur von Vauquelin angestellt, ist aber gegenwärtig kaum mehr verwerthbar, da die Angabe der analytischen Methode fehlt und damit auch jeder Maassstab für die Beurtheilung des Werthes der Analyse.

Wir stellen die wenigen vorhandenen quantitativ-analytischen Daten über thierischen Samen tabellarisch zusammen, ohne weitere Bemerkungen daran zu knüpfen.

Tabellarische Zusammenstellung der Samen-Analysen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Menschlicher Samen. Vauquelin	Stiersamen. Kölliker				Pferdesamen. Kölliker
		I.	II.	III.	IV.	
Wasser . . .	900,0	820,94	819,10	827,88	820,60	819,40
Feste Stoffe .	100,0	179,06	180,90	172,12	179,40	180,60
Spermatin und Extractivstoffe	60,0	152,65	—	147,02	153,0	164,49
Fett	—	—	—	—	21,6	—
Salze . . .	40,0	26,41	—	25,10	26,37	16,11

Auffallend erscheint in allen diesen Analysen, der gegen die übrigen thierischen Flüssigkeiten sehr überwiegende hohe Gehalt an anorganischen Salzen. Dass unter diesen wieder die phosphorsauren Erden in den Vordergrund treten, wurde im Allgemeinen schon erwähnt. Von den 40 pr. Mill. anorganischen Salzen, welche Vauquelin bei seiner Analyse des menschlichen Samens fand, waren 30 pr. Mill. aus phosphorsaurem Kalk bestehend.

Ueber die Schwankungen, welchen die Zusammensetzung des Samens unter verschiedenartigen physiologischen Einflüssen unterworfen ist, liegen ebenso wenig Untersuchungen vor, wie über die pathologischen Veränderungen, welche derselbe erleiden kann.

Spermaconcrement.

Ein aus petrificirtem Samen bestehendes Concrement wurde von O. Beckmann untersucht. Dasselbe stammte aus dem Ductus ejaculatorius eines alten Mannes. Das Concrement bestand aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk und Magnesia, die daraus durch Salzsäure ausgezogen wurden und aus organischer Substanz, die, abgesehen von einigen dünnen Lagen epithelartiger Zellen, nichts enthielt wie deutlich er-

kennbare Samenfäden, die durch ein in Essigsäure und Salzsäure unlösliches, in Alkalien schwierig lösliches Bindemittel zusammengehalten wurden.

Ueber die chemischen Vorgänge bei der Samenbereitung herrscht noch vollkommenes Dunkel. Die physiologische Bedeutung desselben bedarf keiner Erörterung. Das Wenige, was wir über seine chemischen Eigenschaften wissen, trägt wenig oder nichts zur Aufklärung der Rolle bei, welche er bei der Befruchtung spielt.

Erkennung von Samenflecken.

Erkennung von Samenflecken. Es ist zuweilen bei gerichtlichen Untersuchungen von Wichtigkeit, Aufschluss darüber zu erhalten, ob Flecken auf Wäsche und dergl. von Samen herrühren. Die äusseren Charaktere derartiger Samenflecken geben für die Beurtheilung des Falles zuweilen Anhaltspunkte. Die Flecken sind graulich- bis gelblichweiss, zeigen scharfe und dunkle Contouren und fühlen sich steif an. Allein ein vollkommen sicheres chemisches Verfahren zu ihrer Ausmittelung fehlt. Die einzig sichere und untrügliche Methode ihrer Ausmittelung ist die mikroskopische Untersuchung und Constatirung der Formelemente des Samens, der Samenfäden. Wenn die Flecken nicht gar zu alt sind, wenn nicht versucht wurde sie auszureiben oder auszuwaschen, wenn sie endlich nicht zu spärlich sind, so kann einem mikroskopischen Nachweise der fraglichen Samenfäden ein erhebliches Hinderniss um so weniger im Wege stehen, als die Samenfäden der Fäulniss, wie oben erwähnt wurde, lange Widerstand leisten und als sie überhaupt auch in Bezug auf ihr chemisches Verhalten eine grosse Beständigkeit zeigen. Bei einer derartigen Untersuchung wird der Flecken mit wenig lauwarmem Wasser ausgezogen und die natürlich nicht filtrirte Flüssigkeit, auf Samenfäden unter dem Mikroskop untersucht. Es ist zweckmässig, wenn man Grund hat anzunehmen, dass die Formelemente des Samens nur spärlich vorhanden sind, den wässerigen Auszug der Flecken in einem spitz zulaufenden Glase (Champagner-Glas) oder noch besser in einem an einem Ende zu einer Capillare ausgezogenen und zugeschmolzenen Glase durch etwa 24 Stunden absetzen zu lassen und dann den in der Spitze zurückbleibenden Tropfen genau mikroskopisch zu prüfen. Da die Samenfäden vermöge ihres specifischen Gewichts sedimentiren, so werden sie hier am Sichersten und in grösster Menge aufzufinden sein. Nach den Angaben von Orfila zeigen Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen mit lauwarmem Wasser den eigenthümlichen Samengeruch. Er schlägt daher vor, die aus dem Zeuge herausgeschnittenen Flecken in einer kleinen Retorte mit sehr wenig Wasser schwach zu erwärmen. Die in der Vorlage sich ansammelnde Flüssigkeit soll deutlichen Samengeruch zeigen. Nach Reinsch soll man, um den Geruch deutlich hervortreten zu machen, die befleckten Stellen mit etwas Wasser in einem Uhrglase mehrere Stunden lang digeriren lassen und sie hierauf in einer Proberöhre zum Kochen erhitzen. Der Geruch trete am stärksten hervor unmittelbar nach dem Aufhören des Kochens. Als weiterhin

charakteristisch giebt Reinsch an, dass Samenflecken auch nach dem Digeriren mit destillirtem Wasser, beim Trocknen wieder steif werden. Endlich wird als ein gutes Erkennungsmittel der Samenflecken auf Leinwand oder anderem ungefärbten Zeuge angegeben, dass sie 1 bis 2 Minuten lang mässig erhitzt, fahlgelb werden. So schätzbare Anhaltspunkte alle diese Proben in einzelnen Fällen geben, so reichen sie doch allein für sich, zur zweifellosen Constatirung des Samens in gerichtlichen Fällen nicht aus, denn Geruchsempfindungen sind subjectiv und daher zu Täuschungen gar zu leicht Veranlassung gebend.

Die oben erwähnten Böttcher'schen Krystalle lassen sich zwar ebenfalls aus auf Zeugen eingetrockneten Samenflecken nachweisen, indem man dieselben mit Glycerin, worin die Krystalle unlöslich sind, aufweicht, allein ihre forensische Bedeutung wird durch das Vorkommen ähnlicher Krystalle im Hühnereiweiss aufgehoben.

Prostatasecret.

Das Secret der Prostata von Hunden, von Buxmann isolirt, stellte eine etwas opalisirende Flüssigkeit von neutraler Reaction dar. Sie enthielt 98,5 Proc. Wasser, 0,45 bis 0,92 Proc. Albumin, ausserdem Kali, Natron und Kalk, gebunden an Chlor, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Der Gehalt an Chlornatrium betrug nahezu 1 Proc.

Literatur zur Chemie des Samens: Berzelius: Lehrb. d. Chem. 4te Aufl. IX, S. 632. — Vauquelin: Annal. de chim. T. IX, p. 64. — Fourcroy et Vauquelin: Annal. de chim. LXIV, 5. — Valentin: Repert. f. d. Phys. I, 34. — Kölliker: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. VII, S. 201. — Donné: Nouvelles expér. sur les animalc. spermat. — Frerichs: Todd's Cyclop. of Anat. and Physiol. London 1850. 680. — Gobley: Journ. de Chim. et de Pharm. IX, p. 1. — O. Beckmann: Arch. f. path. Anat. XV, 543. — A. Böttcher: Arch. f. path. Anat. XXXII, 525. — C. Schmidt: Die Diagnostik verdächt. Flecke etc. Mitau u. Leipzig 1848. — Knoblank: Casper's Vierteljahrschr. III, 140 — H. Reinsch: Neues Jahrb. f. Pharm. VII, 14. — Buxmann: Beitr. zur Kenntniss des Prostatasaftes. Dissert. Giessen 1864. — Henle u. Meissner's Jahresber. 1864. S. 285.

VI. Chemie des Schleimes.

Begriffsbestimmung.

Unter der Bezeichnung: thierischer Schleim verstehen die Physiologen und Pathologen ihrer Abstammung nach sehr verschiedene Secrete, insofern dieselben den Charakter des Secrets der eigentlichen Schleimhäute mehr oder weniger allgemein zeigen. Die Bildungsstätte des Schleimes sind vorzugsweise bindegewebige auf einer Fläche mit epithelialen Zellen bekleidete Häute. Es gehören hierher die Secrete der eigentlichen Schleimhäute, jene der drüsenlosen Schleimhäute (Kiefer-,

Stirnbein-, Trommel- und Keilbeinhöhlen), der Inhalt gewisser seröser Säcke (Synovialsäcke, Hygroma), der Inhalt gewisser Cysten, endlich natürliche Umwandlungsproducte mehrerer sogenannter Colloide.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Dieselben zeigen bei Schleim von verschiedenen Bildungsstätten und auch bei solchem von dem gleichem Orte, aber unter abweichenden Verhältnissen, nicht unerhebliche Unterschiede. Der Schleim ist bald glasartig und durchsichtig, bald kaum durchscheinend, bald endlich vollkommen undurchsichtig und weisslich oder gelblich trübe, endlich auch wohl eiterartig gelb. Im Allgemeinen ist der Schleim fadenziehend, doch ist seine Consistenz im Uebrigen sehr verschieden. Der normale Schleim ist geruch- und geschmacklos, seine Reaction ist nicht constant.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der Schleim ist ein Gemenge verschiedener Stoffe, von denen die einen darin gelöst vorkommen, während die anderen: seine Formelemente, darin nur suspendirt sind; die letzteren sind folgende:

1) Epithelialzellen der Membranen, von denen er secernirt wird, je nach der anatomischen Natur der letzteren dem Pflaster-, Cylinder- oder Flimmerepithelium angehörend. Dieselben sind dem Schleime meist so reichlich beigemengt, dass sie über den wirklich gelösten Antheil das Uebergewicht haben. Von dem Verhältniss der Epithelialzellen im Schleim, scheint auch sein grösserer oder geringerer Grad von Undurchsichtigkeit bedingt zu sein.

2) Schleimkörperchen (cytoide Körperchen, mit den Eiterkörperchen identisch), granulirte Zellen mit 3 bis 5 Kernen, die besonders auf Zusatz von Essigsäure deutlich hervortreten. Die Menge der Schleimkörperchen in verschiedenen Arten von Schleim ist sehr verschieden. Bei jeder Schleimhautreizung vermehren sie sich ausserordentlich; der catarrhalische Schleim zeigt sie in ungeheurer Menge.

3) Einzelne Zellenkerne, Körnchenzellen (sogenannte Entzündungskugeln), Fetttröpfchen und Molekularkörnchen und zuweilen concentrisch gestreifte, den Amylonkörperchen der Kartoffel sehr ähnliche Gebilde (Hassal'sche Körperchen). Pigmentmoleküle beobachtet man im Lungenschleim bei melanotischen Ablagerungen in den Lungen.

Chemische Bestandtheile des Schleimes.

Wasser, — Mucin, — Albumin (nicht constant), — Fette, — Extractivstoffe, — anorganische Salze. Letztere stimmen mit denen des Blutes überein. Viel Chloralkalien, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und Spuren von Eisenoxyd.

Allgemeines chemisches Verhalten des Schleimes.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Das chemische Verhalten des Schleimes zeigt Abweichungen, die man gegenwärtig so ziemlich allgemein auf den Zustand zurückzuführen sucht, in welchem darin der Schleimstoff enthalten ist. Man nimmt nämlich an, dass derselbe in einigen schleimigen Flüssigkeiten in wirklicher Lösung enthalten sei, während in gewissen Schleimarten, die, wie z. B. der Nasenschleim, sich mit Wasser durchaus nicht mischen und filtriren lassen, der Schleimstoff in einem aufgequollenen Zustande enthalten sein würde, wie das Traganthgummi und der sogenannte Pflanzenschleim. Es ist übrigens unentschieden, ob in den Schleimen mit bloss aufgequollenem Schleimstoff die schleimige Beschaffenheit von aufgequollenen zelligen Gebilden herrührt, oder von einer amorphen ausserhalb der letzteren bestehenden imbibitionsfähigen Masse (Schlossberger). Dass möglicherweise die Verschiedenheit darin begründet sein könnte, dass der Schleimstoff bei hinreichendem Alkali gelöst, bei mangelhaftem aber ungelöst wäre, ist zuerst von Simon hervorgehoben worden und wird durch die Vergleichung beider Arten von Schleim zwar nicht entschieden, wohl aber plausibel.

Schleim mit löslichem Schleimstoff, wie ihn Städeler erhielt, indem er Speicheldrüsen mit Glaspulver zerrieb, hierauf einige Male mit kaltem Wasser auszog und dann die Extraction mit Wasser fortsetzte, liess sich, obgleich fadenziehend, bei hinreichender Verdünnung mit Wasser filtriren. Einige Tropfen Essigsäure unter Umrühren hinzugesetzt, machten die Schleimlösung um so zäher, je mehr Alkali entzogen wurde und bewirkten endlich die Ausscheidung des Schleimstoffs in dicken Flocken. Der so abgeschiedene Schleimstoff ist elastisch, dem Blutfibrin sehr ähnlich und tritt gewöhnlich in Fadenform auf. Durch Alkohol entsteht in den Schleimarten mit gelöstem Schleimstoff ein weisses, faseriges Gerinnsel, welches in Wasser wieder löslich ist. Wird aber derartiger Schleim im Wasserbade zur Trockne abgedampft, so löst sich der Schleimstoff in Wasser nicht wieder auf. Eine verdünnte Auflösung von Schleim der Luft ausgesetzt, bildet nach Scherer's Beobachtung allmählich an der Oberfläche ein feines rahmartiges Häutchen.

Wenn der Schleim kein Albumin enthält, so wird er in seiner Lösung durch Kochen nicht getrübt, sondern eher dünnflüssiger. Bei der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure liefert er viel Tyrosin und Leucin.

Schleim mit aufgequollenem Schleimstoff, z. B. Nasenschleim, nach Berzelius folgendes chemisches Verhalten.

Solcher Schleim ist in Wasser nicht löslich, kann aber darin bis zur vollkommenen Durchsichtigkeit aufquellen, wobei sich jedoch diese Flüssigkeit in Fäden ziehen lässt, selbst wenn sie noch nicht 1 Proc. Schleim enthält. Bringt man das klare aber fadenziehende Liquidum

auf ein Filter, so geht eine dünne Flüssigkeit durch und der Schleim bleibt auf dem Filter, wo er sich nach und nach verdickt. Durch Kochen mit Wasser schrumpft er nicht zusammen und erhärtet nicht. Verdünnte Salpetersäure coagulirt ihn oberflächlich und färbt ihn stellenweise gelb. Digerirt man ihn mit verdünnter Salpetersäure, so löst er sich allmählich zu einer fast farblosen Flüssigkeit auf. Durch Essigsäure dagegen schrumpft er selbst beim Kochen, ohne sich zu lösen, ein. Kaustisches Kali macht ihn momentan schleimiger, alsbald aber löst er sich zu einer dünnen Flüssigkeit auf.

Getrocknet ist der Schleim gelb und durchsichtig.

Quantitative Zusammensetzung des Schleimes.

Quantitative Zusammensetzung.

Bei einer Flüssigkeit von den Eigenschaften des Schleimes kann von einer exacten quantitativen Analyse nicht die Rede sein und zwar um so weniger, als wir kein Mittel kennen, um das darin wirklich Gelöste von dem Aufgeschwemmten: seinen Formelementen zu trennen. Doch sind mehrere quantitative Analysen von Schleim ausgeführt, die wir der Vollständigkeit halber mittheilen, aber wiederholt hervorheben, dass ihr Werth ein beschränkter ist.

Bestandtheile für 1000 Theile	Schleim aus einer Cyste. Scherer	Schleim aus dem Fötusmagen Schlossberger	Ranulaflüssigkeit Gorup-Besanez	Ranula L. Gmelin
Wasser	887,01	986,0	950,29	946,0
Feste Stoffe	112,99	14,0	49,71	54,0
Mucin	} 104,34	4,4	29,86	—
Extractivstoffe		} 1,0	} 19,85	—
Fette				—
Anorganische Salze	8,65	8,6	—	—

B. Quellender Schleim.

Bestandtheile für 1000 Theile	Lungen- und Trachealschleim		Nasenschleim	
	Nasse I.	Whrigt II.	Berzelius I.	Simon II.
Wasser	955,5	956,0	933,7	880,0
Feste Stoffe	44,5	44,0	66,3	120,0
Mucin	23,7	32,0	53,3	84,0
Extractivstoffe	9,8	4,0	10,4	25,2
Fette	2,9	—	—	6,0
Anorganische Salze	8,0	5,0	5,6	—
Chlornatrium	5,8	—	—	—
Schwefelsaures Natron	0,4	—	—	—
Kohlensaures Natron	0,2	—	—	—
Phosphorsaures Natron	0,1	—	—	—
Phosphorsaures Kali	1,0	—	—	—
Kohlensaures Kali	0,3	—	—	—
Schwefelsaures Kali und Kieselerde	0,2	—	—	—

Bemerkenswerth erscheint bei diesen Analysen, der verhältnissmässig keineswegs sehr bedeutende Gehalt an festen Stoffen, trotz der gewöhnlich so bedeutenden Consistenz des Secretes.

Ueber die Veränderungen des Schleimes durch physiologische und pathologische Einflüsse existiren chemische Untersuchungen nicht.

Schleim bei Nasencatarrh.

Die in dem Höhestadium des Nasencatarrhs secernirte Flüssigkeit ist eine ihren chemischen Eigenschaften nach den serösen Transsudaten ähnliche, albuminhaltige und salzreiche Flüssigkeit, allein auch sie kann nicht als reines Transsudat angesehen werden, denn einerseits enthält sie nach den Untersuchungen von Buchner noch Schleimstoff und andererseits zahlreiche wohlausgebildete Schleimkörperchen.

Der Albumingehalt ist für diese Frage bedeutungslos, da auch normaler Schleim nicht selten Albumin enthält. In den späteren Stadien des Schnupfens, wenn der Schleim dicklich und gelb wird, soll nach Buchner derselbe ein Fett von eigenthümlicher Beschaffenheit enthalten, welches gelb ist und die gelbe Färbung dieses Schleimes verursacht.

Zum Schleime, trotz einiger Verschiedenheiten, gehören noch das sogenannte Colloid der pathologischen Anatomen und gewisse schleimige Secrete wirbelloser Thiere.

Colloidmaterie.

Unter Colloidmasse verstehen die Pathologen den gallertigen oder

auch wohl schleimigen Inhalt gewisser pathologischer Neubildungen. Diese Massen sind in kaltem und heissem Wasser gewöhnlich unlöslich, geben beim Kochen mit Wasser keinen Leim und lösen sich auch nicht in Alkohol und Aether. Wenn sie in den Zustand der Erweichung und Verflüssigung übergehen, lösen sie sich zuweilen in Wasser und gerinnen aber dann beim Kochen nicht, enthalten demnach kein Albumin. Am nächsten kommen die Colloidmassen in ihrem chemischen Verhalten dem Schleimstoff, unterscheiden sich aber davon wenigstens in gewissen Stadien ihrer Entwickelung durch ihre Löslichkeit in Essigsäure.

Die Gallerte aus einem Colloidkrebs der Lungen wurde von Wurtz untersucht. Dieselbe, in Wasser unlöslich, wurde beim Abdampfen in eine weisse blätterige Masse verwandelt, die mit Alkohol und Aether ausgekocht, in ein weisses Pulver überging. In Wasser quoll dieses schnell wieder auf und verwandelte sich in eine Gallerte. Durch längeres Kochen mit Wasser schrumpfte sie zusammen, ohne sich merklich zu lösen. In caustischen Alkalien war die Gallerte löslich, in dieser Lösung bewirkte Essigsäure Trübung. In Essigsäure war sie übrigens wenig löslich. Bei 140° C. getrocknet gab sie bei der Elementaranalyse: Kohlenstoff 48,09, Wasserstoff 7,47, Stickstoff 7,00, Sauerstoff 37,44 Proc. Nach dieser Zusammensetzung wich diese Colloidmasse von allen bekannten Albuminaten und Albuminoiden wesentlich ab, näherte sich aber noch am meisten dem Chitin. Dass Uebergänge des Colloids in wirklichen Schleim erfolgen können, scheint den vorliegenden Beobachtungen zufolge mindestens sehr wahrscheinlich.

Schleim der Wirbellosen. Limacin.

Schleim der wirbellosen Thiere. Alle Mollusken sondern eine schleimige Flüssigkeit ab, die ihre Haut schlüpfrig macht. Dieselbe ist meist farblos, oft ganz glasartig, zuweilen aber auch milchig oder gelblich. Näher studirt ist das sogenannte Limacin, der Schleim von Limax agrestis und jener von Helix pomatia (Weinbergschnecke).

Den Schleim der nackten Ackerschnecken fand Braconnot durchsichtig und farblos, bei Zusatz von wenig Wasser gallertig, bei starker Verdünnung mit Wasser einer Albuminlösung ähnlich, schwach alkalisch. Mit Wasser verdünnt, lässt er sich filtriren und seine Lösung wird durch Säuren, durch Gallustinktur, sowie durch Metallsalze niedergeschlagen. Bei gelinder Wärme getrocknet, quillt er in Wasser wieder auf. Beim Kochen gerinnt seine Lösung nicht. In schwach alkalischem Wasser löst sich der Schneckenschleim vollständig und verwandelt sich dann beim Kochen, in eine durchsichtige dem Glaskörper des Auges ähnliche Masse. Bleibt die alkalische Lösung, oder auch der ursprüngliche Schleim mit Wasser längere Zeit stehen, so wird die Lösung dann durch Säuren gar nicht mehr oder unvollständig gefällt. Bringt man die Schnecken in Kalkwasser, so erhält man eine dicke, fadenziehende Flüssigkeit, welche von Säuren zu einer Gallerte coagulirt wird, die beim Filtriren als durchsichtige Masse zurückbleibt.

Limacin

Von diesem Schleim unterscheidet Braconnot das Limacin.

Dasselbe wurde erhalten, indem ein Decoct der nackten Schnecken verdampft, der Rückstand mit wenig Wasser gewaschen, dann mit viel Wasser gekocht wurde. Das kochend heisse Filtrat schied beim Erkalten weisse Flocken: das Limacin aus. Dasselbe ist weiss, leicht zu pulvern, fühlt sich erdig an, löst sich etwas in kaltem Wasser, mehr aber in kochendem, aus dem es beim Erkalten herausfällt. Die Lösung reagirt alkalisch und wird durch Metallsalze gefällt. In alkalischem Wasser ist das Limacin leicht löslich und in dieser Lösung erzeugen Säuren im Ueberschuss lösliche Niederschläge. In kochendem Weingeist löst es sich zu einer fast farblosen Flüssigkeit, nach deren Verdunsten es unverändert zurückbleibt. Es ist stickstoffhaltig und fault bei längerem Stehen seiner Lösungen an der Luft. Aus Helix pomatia erhielt Schlossberger diesen Körper nicht, dagegen Eichwald sein von dem Scherer'schen in der Zusammensetzung etwas abweichende Mucin (vgl. S. 135).

Neossin.

Dem Schleim sehr nahe steht ferner das Neossin, die thierische Substanz der in China und Ostindien als Leckerbissen hoch geschätzten indianischen Schwalbennester (von Hirundo esculenta und fuciphaga).

Das Neossin wurde isolirt, indem man die Nester abwechselnd mit Wasser und Alkohol auskochte. Es hinterblieben dabei 90 Proc. einer durchsichtigen Gallerte, die beim Trocknen weiss und leicht zerreiblich wurde.

Das Neossin ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und in schwach alkalischem Wasser, löslich dagegen in Kalilauge unter Ammoniakentwickelung; Salzsäure erzeugt in der Lösung einen im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen Niederschlag. In Wasser quillt es auf und wird durchsichtig, besonders beim Kochen, jedoch ohne sich zu lösen. Der Schleim fliesst den betreffenden Vögeln während des Nesterbaues aus dem Schnabel.

Nach seiner Elementarzusammensetzung nähert sich das Neossin dem Mucin, ist aber reicher an Kohlenstoff und etwas ärmer an Stickstoff.

Schleimsteine oder Chondroiten.

Schleimsteine, Chondroiten.

Man versteht darunter Concretionen, die sich in von Schleimhäuten ausgekleideten Höhlen und Schläuchen aus dem Secrete dieser Schleimhäute unter pathologischen Bedingungen, zuweilen unter Mitwirkung eines gewissermaassen den Kern liefernden fremden Körpers bilden und vorzugsweise in der Nasenhöhle, der Rachenhöhle, den Tonsillen, Bronchien und den weiblichen Geschlechtstheilen angetroffen werden.

Ihre gewöhnlichen Bestandtheile sind ausser Wasser: verhärteter Schleim, Fette und phosphorsaure und kohlensaure alkalische Erden. Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung liefert nachstehende Tabelle:

Bestandtheile für 100 Theile	Nasensteine		Tonsillenstein	Luftröhrenstein	Lungenstein
	I. Geiger	II. Brandes	Laugier	Préval	Gorup-Besanez
Wasser	—	8,93	25,0	—	—
Thierische Materie . .	23,3	4,52	—	27,5	—
Schleim	—	—	12,5	—	32,46
Fette	—	—	—	—	17,17
Phosphorsaurer Kalk .	46,7	79,56	50,0	60,4	50,37
Kohlensaurer Kalk . .	21,7	6,41	12,5	—	
Kohlensaure Bittererde	8,3	—	—	12,1	—
Lösliche Salze	Spur	0,58	—	—	Spur

Von Pferden herrührende Schleimsteine wurden von Hahn beschrieben und analysirt.

Bildung des Schleimes.

Bildung des Schleimes.

Für die Bildung des Schleimes hat die Chemie keine verwerthbaren Thatsachen beizubringen vermocht. Die Frage der Genesis des Schleimes ist überhaupt noch nicht befriedigend gelöst, nur so viel kann als ausgemacht gelten, dass der Schleim ein einfaches Transsudat aus dem Blute nicht ist. Schrant und Donders betrachten den Schleim als ein Product der Metamorphose des Inhalts der Epithelialzellen, Scherer und Virchow dagegen nehmen auch eine ohne Vermittelung von Zellen vor sich gehende Schleimbildung aus colloider und knorpelartiger Substanz an, wobei sie sich besonders auf das Fehlen der Epithelien in manchen schleimhaltigen Cysten und auf die Umwandlung der Wharton'schen Sulze in Schleim stützen.

Die meisten Anhänger scheint die Ansicht zu haben, dass der Schleim das Product der allmählichen Auflösung von Zellen sei.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Die physiologische Bedeutung des Schleimes kann man in folgenden Functionen desselben erschöpfend formuliren:

1. Er wirkt als mechanisch und chemisch schützender Ueberzug blut- und nervenreicher Membranen;

2. er ertheilt specifischen Drüsensecreten, mit denen er sich mischt, Eigenschaften, welche weder das Drüsensecret für sich allein, noch der Schleim für sich besitzt (vergl. unter Speichel);

3. er erscheint zum Theil als Auswurfsproduct, durch welches keineswegs ganz geringe Mengen Stickstoff aus dem Körper ausgeschieden werden.

Literatur zur Chemie des Schleims. Schlossberger: Vers. einer vergl. Thierchemie. Heidelberg 1856, S. 314. — Städeler: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXI, S. 14. — Figuier: Journ. de Pharm. 1840. Févr. p. 113. — Eichwald: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXXXIV, 177.

VII. Chemie des Speichels.

Begriffsbestimmung.

Die Mundflüssigkeit oder der Speichel im gewöhnlichen Sinne, ist eine Mischung von heterogenen Secreten, deren relative Mengenverhältnisse wechselnde sind. Zum grösseren Theile stammt sie allerdings von den eigentlichen Speicheldrüsen, allein es haben an ihrer Absonderung auch die kleineren Drüsen der Mundschleimhaut Antheil. Die Natur dieser letzteren Secrete ist von jener des eigentlichen Speicheldrüsensecretes wesentlich verschieden und nähert sich den Absonderungsproducten der übrigen Schleimhäute. Im nüchternen Zustande des Individuums wiegt das schleimige Secret, während der Thätigkeit der Kaumuskeln und der Digestionsorgane, das eigentliche Speicheldrüsensecret vor. Aus diesem Umstande erklären sich viele widersprechende Angaben über den gewöhnlichen Speichel.

Arten des Speichels.

Bei einer wissenschaftlichen Betrachtung hat man daher zu unterscheiden:

1) **Gemischten Speichel**, d. h. die Mundflüssigkeit oder Speichel im gewöhnlichen Sinne,
2) **Speichel der Submaxillardrüsen**,
3) **Speichel der Parotis oder Ohrdrüse: Parotidenspeichel**,
4) **Speichel der Sublingualdrüsen.**

Am Besten gekannt von diesen verschiedenen Arten des Speichels, ist der gemischte Speichel und der Parotidenspeichel, hauptsächlich wohl deshalb, weil die Herstellung eines reinen Secrets aus den übrigen Drüsen Schwierigkeiten darbietet.

A. Gemischter Speichel.

Gemischter Speichel. Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der gemischte Speichel des Menschen stellt eine farblose, etwas ins Bläuliche ziehende Flüssigkeit dar, von schwach fadenziehender Consistenz, ohne Geruch und Geschmack. Das specifische Gewicht des Speichels wird sehr verschieden angegeben; beim Menschen scheint es zwischen 1,004 und 1,006 schwanken zu können. Die Reaction des normalen Speichels wird von den meisten Beobachtern übereinstimmend als alkalisch bezeichnet, doch wird unter pathologischen Verhältnissen der Speichel nicht selten sauer. Wenn bei Gesunden der Speichel sauer ist, so rührt dies von Umsetzungen im Munde gebliebener Speisereste, oder der abgestossenen Epithelien und Speichel-

körperchen her. Epithelreicher Speichel wird, bevor er in faulige Zersetzung übergeht, erst sauer.

Anatomische Charaktere.

Anatomische Charaktere. Der gemischte Speichel enthält Formelemente aufgeschwemmt, die sich beim Stehen grossentheils als ein schleimiges grauweisses Sediment absetzen. Die wesentlichen Formelemente des gemischten Speichels sind:

1) Pflasterepithelien von verschiedener Grösse.
2) Speichelkörperchen. Letztere sind histologisch mit den Schleimkörperchen oder Schleimzellen identisch, gewöhnlich grösser wie die Eiterkörperchen und zeigen meist auch ohne Anwendung besonderer Reagentien einen grossen linsenförmigen excentrischen Kern.

Die nähere Beschreibung der Formelemente gehört in den Bereich der Histologie. Abbild. bei Funke: Atl. 2. Aufl, Taf. XIV, Fig. 1.

Chemische Bestandtheile des gemischten Speichels.

Chemische Bestandtheile.

Da der gemischte Speichel das Product einer Mischung, nicht allein der Secrete der verschiedenen Speicheldrüsen, sondern auch der Schleimsecretion der Mundhöhle ist, so muss er nicht nur allein die Bestandtheile des Speichels im engeren Sinne, sondern auch die des Schleims enthalten.

a. Constante Bestandtheile. Wasser, — Mucin, — Albumin, — verschiedene zum Theil in Wasser, zum Theil in Alkohol lösliche Extractivstoffe, einer oder mehrere davon als Ptyalin bezeichnet, — Fette (spurenweise), — Rhodankalium, anorganische Salze, worunter Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaures Kali, phosphorsaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden und phosphorsaures Eisenoxyd.

b. Nicht constante Bestandtheile. Harnstoff, — Leucin, — Traubenzucker, ? — Gallenfarbstoff, — Milchsäure.

Mit Ausnahme des Harnstoffs wurden diese Bestandtheile nur unter pathologischen Verhältnissen nachgewiesen, oder ihre Gegenwart aus mehr oder minder beweisenden Reactionen erschlossen.

Von aussen dem Organismus einverleibt, gehen nach den bisherigen Erfahrungen nach kürzerer oder längerer Zeit in den Speichel über:

Jodmetalle und freies Jod, letzteres als Jodalkalimetall, schon nach wenigen Minuten nach der Einverleibung im Speichel nachweisbar, — Brom und Brommetalle. Entsprechend dem Uebergange des Broms und Jods, fehlt in solchem Speichel eine äquivalente Menge Chlor und es sollen überhaupt nur solche Substanzen in den Speichel übergehen, welche mit den Chloriden des Secretes isomorph sind (W. Kühne), — Quecksilber bei Salivation in Folge des Gebrauchs von Mercurialien und bei dem Speichelfluss an Mercurial-Cachexie Leidender.

B. Speichel der Submaxillardrüsen.

Submaxillardrüsenspeichel.

Derselbe, von der Submaxillardrüse abgesondert und durch den Wharton'schen Gang in die Mundhöhle ergossen, kann bei Menschen und Thieren durch Einführung einer Canüle in den Ductus Whartonianus gewonnen werden.

Der menschliche Submaxillardrüsenspeichel, so wie ihn Eckhard erhielt, war wasserhell, anfänglich dünnflüssig, bei längerer Secretion zäher und sich durch Flocken trübend, von alkalischer Reaction. Beim Kochen sowie durch Salz- und Salpetersäure fand Trübung statt. Rhodankalium konnte nicht nachgewiesen werden. Amylum wurde durch menschlichen Submaxillarspeichel energisch in Zucker übergeführt, nicht aber durch jenen von Hunden.

Nach Eckhard zeigt endlich der menschliche Submaxillarspeichel ein geringeres specifisches Gewicht und enthält weniger feste Stoffe wie der Parotidenspeichel. Oehl dagegen fand den menschlichen Submaxillarspeichel nicht selten dichter wie Parotidenspeichel.

Nach den Versuchen von Eckhard, Adrian und Cl. Bérnard liefern die Submaxillardrüsen des Hundes zweierlei Speichel, je nachdem die Secretion durch Reizung der von der Chorda tympani, oder der vom Sympathicus stammenden Drüsennerven eingeleitet wird.

Der Chordaspeichel des Hundes ist klar, mässig zähflüssig, constant alkalisch und setzt beim Stehen ein aus organischer Substanz und kohlensaurem Kalk bestehendes Sediment ab (Jacubowitsch, W. Kühne).

Der Sympathicusspeichel ist immer weisslichgrau und trübe und in der Regel so zähflüssig, dass man damit gefüllte Gefässe umkehren kann, ohne dass etwas ausfliesst. Unter dem Mikroskop zeigt er unregelmässig geformte, weissgelbliche der Sarkode ähnliche Formelemente von 0,015 bis 0,010 mm Diameter in grosser Menge. Ein Theil dieser Körperchen ist in Essigsäure löslich, ein anderer nicht. Auf Zusatz eines Gemisches von Essigsäure und einer Lösung von Ferrocyankalium schrumpft ein Theil einfach, während andere ein stark körniges Ansehen annehmen (W. Kühne). Das specifische Gewicht des Sympathicusspeichels ist nach den Versuchen von Eckhard höher wie das des Chordaspeichels und ist derselbe, dem entsprechend auch concentrirter. Er reagirt stark alkalisch und besitzt die Fähigkeit, Stärke in Zucker zu verwandeln in sehr geringem Grade.

C. Parotidenspeichel.

Parotidenspeichel.

Der reine Parotidenspeichel des Menschen, von C. G. Mitscherlich, van Setten, Cl. Bérnard, Ordenstein, Biervliet und Oehl untersucht, aus künstlichen oder spontan entstandenen Speichelfisteln

oder durch Einführung einer Canüle in den Ductus Stenonianus und Secretionsreizung gewonnen, stellt im Allgemeinen eine wasserhelle, farblose, nicht fadenziehende, unter dem Mikroskop nur wenige Epithelien zeigende Flüssigkeit dar, welche weder Geruch noch Geschmack besitzt und gewöhnlich deutlich alkalisch reagirt. Ordenstein fand die Reaction des Parotidenspeichels im normalen Zustande stets alkalisch, im nüchternen Zustande aber sauer oder neutral, jedoch waren nur die ersten Tropfen sauer, dann wurde die Reaction neutral und noch später alkalisch. Oehl, welcher Aehnliches beobachtete, leitet die im Beginn der Secretion saure Reaction von freier Kohlensäure ab, nach deren Entweichen, unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk dieselbe alkalisch wird. Der Parotidenspeichel des Menschen wirkt energisch zuckerbildend auf Stärke, weniger der des Hundes, gar nicht jener der Katze, aber sehr stark jener des Kaninchens (Oehl). Das specifische Gewicht des menschlichen Parotidenspeichels schwankt zwischen 1,0031 und 1,0041.

Die chemischen Bestandtheile des Parotidenspeichels wurden vorzugsweise von Lehmann, allerdings aber nur bei jenem der Pferde genauer untersucht. Nach diesem Chemiker hätte man als constante Bestandtheile desselben anzusehen:

Wasser, — Kali, Natron und Kalk in Verbindung mit Kohlensäure und mit einer dem Globulin ähnlichen organischen Materie, — Extractivstoffe, — das Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen schwer flüchtigen Säure (Capronsäure?), — Chlornatrium und Chlorkalium, sehr wenig phosphorsaure Salze und eine Spur schwefelsauren Alkalis. Nach Gobley u. Poiseuille enthält der Parotidenspeichel constant Harnstoff, was bei den übrigen Speichelarten nicht der Fall sein soll, dagegen enthält er kein Mucin (Gurlt), weshalb ihm auch die fadenziehende Beschaffenheit abgeht.

Im menschlichen Parotidenspeichel vermisste Oehl Rhodankalium niemals. Auch bei Hunden, Katzen, Kaninchen und Schafen fand es sich.

D. Speichel der Sublingualdrüsen.

Sublingualdrüsenspeichel.

Derselbe ist noch zäher und fadenziehender wie jener der Submaxillardrüsen, fast so klebrig wie Leim und durchscheinend. Er reagirt alkalisch. Derselbe enthält, namentlich wenn er durch Druck entleert wird, zahlreiche Speichelkörperchen. Seine chemischen Bestandtheile sind nicht für sich ermittelt, doch soll er Rhodankalium enthalten (Longet). Das durch Einführung einer Canüle in den Ductus Rivinianus erhaltene spärliche Secret der menschlichen Sublingualdrüsen war stärker alkalisch als jenes der Submaxillardrüsen, klar, cohärent wie Schleim (Oehl).

Allgemeines chemisches Verhalten des Speichels.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt, wird der Speichel trübe und beim Parotidenspeichel verschwindet die durch Kochen erzeugte Trübung auf Zusatz von Salpetersäure nicht. Nach Verdünnung mit viel Wasser, wird aus Submaxillarspeichel durch Kohlensäure ein Albuminat in feinen Flocken niedergeschlagen, welches sich beim Schütteln mit Luft wieder auflöst. Durch Erwärmen mit Essigsäure wird ein anderer Theil der vorhandenen Albuminate gefällt. Alkohol fällt aus dem filtrirten Speichel weisse Flocken. Gerbsäure erzeugt ein flockiges Präcipitat, ebenso neutrales essigsaures Bleioxyd; ähnlich verhalten sich Bleiessig, salpetersaures Quecksilberoxydul und Sublimat. Essigsäure, Ferrocyankalium, Salzsäure, Schwefelsäure, Kali, Ammoniak sowie Alaun geben keinerlei charakteristische Reaction. Eisenchlorid ruft im Speichel wegen seines Gehaltes an Rhodankalium eine dunkelblutrothe Färbung hervor. Der Parotidenspeichel nicht allein des Pferdes und pflanzenfressender Säugethiere, sondern auch jener fleischfressender Thiere trübt sich an der Luft wie Kalkwasser und setzt ein Sediment von kohlensaurem Kalk ab. Neben dem kohlensauren Kalk fällt aber dabei immer eine organische Materie mit nieder; man glaubte früher, da die Trübung der Flüssigkeit von der Oberfläche auszugehen pflegt, dass dieselbe auf der Trennung des Kalks von organischer Materie und Bindung des ersteren an Kohlensäure der Luft beruhe; allein Lehmann hält es nach seinen Erfahrungen für wahrscheinlicher, dass doppelt kohlensaurer Kalk im Parotidenspeichel gelöst ist, der beim Stehen an der Luft sich als einfach kohlensaurer Kalk ausscheidet.

Speichel führt Amylum und Glykogen in Traubenzucker über

Eine sehr wichtige Eigenschaft des Speichels ist die, dass er nach Art eines Fermentes Stärkmehl, vorzugsweise gekochtes und Glykogen: den zuckerbildenden Stoff der Leber, in Zucker umzuwandeln vermag. Diese Thatsache, von Leuchs zuerst beobachtet, wurde seither von beinahe allen Forschern, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, bestätigt. Rohe Stärke verwandelt er bei einer Temperatur, die über 40° C. liegt, in Dextrin (Nägeli), gekochte aber schon bei gewöhnlicher Temperatur in Zucker. Die Zeit, in welcher diese Umwandlung erfolgt, scheint bei den verschiedenen Speichelarten verschieden zu sein und bei den einen schon innerhalb weniger Minuten, bei den anderen dagegen erst nach stundenlanger Digestion zu erfolgen. Man hat früher auf Grund von grösstentheils an Thieren angestellten Versuchen angenommen, dass die Eigenschaft des Speichels, Stärke in Zucker zu verwandeln, nur dem gemischten Speichel zukomme, indem der Parotidenspeichel weder für sich, noch mit Mundschleim gemischt, noch endlich das Submaxillardrüsensecret diese Eigenschaft besitze, wohl aber das letztere mit Mundschleim gemischt. Neuere Untersuchungen lassen diese Angaben als irrig erscheinen. Der Parotidenspeichel, welcher aus dem unver-

letzten Ausführungsgange des gesunden Menschen aufgefangen wird, verwandelt das gekochte Stärkmehl rasch in Zucker (Eckhard, Ordenstein, Oehl), während der aus frisch angelegten Fisteln beim Pferde gewonnene und auch der des Hundes, äusserst langsam zuckerbildend auf Stärke wirkt. Zuweilen vermag übrigens auch der wässerige Auszug der Ohrspeicheldrüse, das Amylum rasch in Zucker zu verwandeln. — Ein Gemenge von Parotiden- und Submaxillarspeichel wandelt Stärke sehr langsam, ein Gemenge von Parotidenspeichel und Mundschleim zuweilen rasch (Jacubowitsch), zuweilen aber auch sehr langsam in Zucker um (Bidder u. Schmidt); der mit Vorsicht aus der Submaxillar- und Sublingualdrüse aufgefangene Speichel des Menschen wirkt rasch zuckerbildend (Longet); ein Gemenge endlich von Submaxillardrüsenspeichel und Mundschleim führt, nach beinahe allen Beobachtern übereinstimmend, schon nach wenigen Minuten gekochte Stärke in Dextrin und Zucker, bei längerer Einwirkung in Milch- und Buttersäure über (durch secundäre Spaltung des Zuckers). Auf die dem Amylum verwandten Stoffe, Rohrzucker, Pectin, Gummi, Cellulose, wirkt der Speichel nicht ein (Frerichs).

Bemerkenswerth sind noch folgende Verhältnisse. Die Umwandlung des Amylums in Zucker durch den Speichel, wird nicht verhindert durch Neutralisation des alkalischen Speichels, durch Zusatz von Mineralsäuren, Essigsäure und sehr sauren Magensaft bis zur stark sauren Reaction, ein sehr bedeutender Säureüberschuss dagegen stört die Umsetzung; aus diesem Grunde ist die zuckerbildende Kraft zu Ende, wenn in Folge der weitergehenden Zersetzung bedeutendere Mengen des Zuckers in Butter- und Milchsäure übergegangen sind; aber auch hier beginnt die Zuckerbildung von Neuem, wenn die gebildeten Säuren neutralisirt werden (Cl. Bérnard). Einmaliges Aufkochen der Mischung aus Stärke und Speichel, Alkoholzusatz, Zusatz von arseniger Säure, hemmen die Zuckerbildung ebenfalls.

Dass die zuckerbildende Kraft des Speichels durch einen fermentähnlichen Körper bedingt sein müsse, ergiebt sich aus der den Fermentwirkungen vollkommen analogen Action desselben. Die Versuche aber, das die Umsetzung bedingende Ferment des Speichels zu isoliren, sind lange erfolglos geblieben.

Unter dem Namen Ptyalin oder Speichelstoff haben verschiedene Autoren sehr verschiedene Stoffe verstanden, die sie nach sehr abweichenden Methoden aus dem Speichel darstellten, die aber alle ohne Fermentwirkung waren. Es gehören hierher die Ptyaline von Berzelius, Tiedemann u. Gmelin, Lehmann, Wright u. Mialhe. Alle diese Substanzen waren überdies wenig charakterisirte Gemenge. Glücklicher in der Isolirung des Ferments war Cohnheim.

Ptyalin von Cohnheim.

Ptyalin von Cohnheim. Frischer gemischter Speichel von Menschen wird mit Phosphorsäure stark angesäuert und hierauf Kalkwasser bis zur alkalischen Reaction zugesetzt. Der Niederschlag von basisch-phosphorsaurem Kalk, auch die

Albuminate und das Speichelferment enthaltend, wird auf ein Filter gebracht und mit destillirtem Wasser ausgewaschen, welches das Speichelferment wieder löst. Aus der wässerigen Lösung wird es durch Alkohol in zarten weissen Flocken gefällt. Zur weiteren Reinigung wird es aus der wässerigen Lösung wiederholt durch Alkohol gefällt, dann bei niederer Temperatur, am Besten im Vacuum getrocknet.

So dargestellt, ist es stickstoffhaltig und verbrennt auf Platinblech unter dem Geruche nach verbranntem Horn vollständig. Die wässerige Lösung wandelt Stärke sehr rasch in Zucker um und zwar bei neutraler, schwach saurer und schwach alkalischer Reaction. Die Lösung des Cohnheim'schen Ptyalins wird nicht gefällt durch Tannin, Sublimat und Platinchlorid, wohl aber durch neutrales und basisch-essigsaures Bleioxyd. Mit Salpetersäure giebt es die Xanthoproteinsäure-Reaction nicht.

Es scheint demnach in der That, dass die zuckerbildende Kraft des Speichels von dem von Cohnheim isolirten Körper abzuleiten ist.

Ausser Stärkmehl vermag der Speichel auch das Glykogen der Leber in Zucker umzuwandeln, allein diese Umwandlung erfolgt keineswegs sehr rasch. Dass übrigens das Ferment des Speichels mit jenem der gekeimten Gerste: dem Diastas nicht identisch ist, ergiebt sich aus der Thatsache, dass Ptyalin bei 60° schon zerstört wird, während Diastas bei 66° erst zu wirken beginnt.

Quantitative Zusammensetzung des Speichels.

Quantitative Zusammensetzung.

Unsere Kenntnisse über die quantitative Zusammensetzung des Speichels sind sehr unvollkommen und müssten es, ganz abgesehen von allen übrigen Verhältnissen, schon einfach aus dem Grunde sein, weil wir die Bestandtheile des Speichels nur zum geringsten Theile qualitativ zu charakterisiren vermögen. Da nun der gemischte Speichel ein Gemenge verschiedener, nicht allein qualitativ, sondern sicherlich auch quantitativ verschiedener Speichelarten und überdies noch des Mundschleims darstellt und zwar in wechselnden und keineswegs zu eruirenden Verhältnissen, so könnte auch die genaueste Analyse eines derartigen Gemenges, nur einen sehr beschränkten Werth beanspruchen. Die einzelnen Speichelarten rein, in einer zu quantitativen Analysen genügenden Menge zu beschaffen, stösst namentlich beim Menschen auf grosse Schwierigkeiten, daher besitzen wir auch über die einzelnen Speichelarten keine genaueren quantitativen Analysen.

Die Analyse des Speichels kann sich natürlich nur auf einige Bestandtheile desselben erstrecken.

Methode der Analyse.

Die Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe und der anorganischen Salze geschieht, indem eine gewogene Menge Speichel zur Trockne verdunstet und der Rückstand gewogen wird. Der Rückstand ist = den festen Stoffen des Speichels im Allgemeinen, der Gewichtsverlust = dem Gewicht des Wassers. Wird der erhaltene Rückstand verbrannt und die Asche gewogen, so erhält man das Gewicht der feuerbeständigen Salze. Zur Bestimmung der Epithelien und des unlöslichen Schleims, wird eine zweite gewogene Partie Speichel filtrirt. In der Regel geht die Filtration des Speichels, wenn auch etwas langsam, doch ganz

gut vor sich, sollte man jedoch, wegen sehr viscider Beschaffenheit desselben, Befürchtungen in dieser Beziehung hegen, so hätte man nur den Speichel mit Wasser zu verdünnen, wodurch das Filtriren sehr erleichtert wird, oder: man dampft bis nahe zur Trockne ab und setzt dann etwas Essigsäure hinzu, wodurch der Schleim unlöslich wird. Schleim (unlöslichen) und Epithelien sammelt man auf einem bei 100°C. getrockneten und gewogenen Filter, wäscht mit wenig Wasser aus, trocknet bei 100°C. und wägt. Nach Abzug des Gewichts des Filters erhält man jenes der Epithelien und des Schleims.

Zur Bestimmung des Rhodankaliums (Schwefelcyankaliums) kann man das Filtrat von der Bestimmung der Epithelien etc. verwenden. Dasselbe wird im Wasserbade abgedampft, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, das alkoholische Extract ebenfalls abgedampft und der Rückstand wieder in Wasser gelöst. Der so erhaltene wässerige Auszug, wird nun mit chlorsaurem Kali zum Kochen erhitzt, dann zur heissen Flüssigkeit Salzsäure gesetzt und dadurch aller Schwefel des Schwefelcyans in Schwefelsäure verwandelt. Die so behandelte Flüssigkeit fällt man nun mit Chlorbaryum, oder salpetersaurem Baryt, sammelt den schwefelsauren Baryt auf einem Filter, dessen Aschengehalt man kennt, wäscht vollständig aus, trocknet, glüht und wägt. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts berechnet man jenes des Schwefelcyans, Schwefelcyankaliums, oder Schwefelcyannatriums.

Das Aufnehmen des Speichelrückstandes in Alkohol, abermalige Verdampfen und nachherige Aufnehmen des alkoholischen Extractes in Wasser geschieht, um etwa vorhandene schwefelsaure Salze, die bekanntlich in Alkohol unlöslich sind, ausser Spiel zu bringen. Bei hinreichender Menge von Material kann zur Bestimmung des Rhodankaliums auch eine eigene Partie Speichel, die natürlich nicht filtrirt zu werden braucht, verwendet werden.

Auch calorimetrische Methoden zur Bestimmung des Rhodankaliums im Speichel sind vorgeschlagen, welche sich auf die Farbenintensität des durch Eisenchlorid erzeugten Rhodaneisens und auf die Intensität der Bräunung eines Bleipapiers, durch den mittelst Zink und Salzsäure aus dem Rhodankalium entwickelten Schwefelwasserstoff gründen.

Zieht man nun vom Gesammtgewicht der festen Stoffe, die Gewichtssumme der Epithelien, der feuerbeständigen Salze und des Rhodankaliums ab, so erhält man als Unterschied die Menge des Speichelstoffs (Wasserextracts) und Alkoholextracts.

Wollte man endlich auch das Fett noch quantitativ bestimmen, so müsste man den bei der Wasserbestimmung erhaltenen Speichelrückstand vor dem Einäschern desselben mit Aether erschöpfen und würde so durch Verdampfen der ätherischen Auszüge das Fett erhalten.

Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung der von verschiedenen Analytikern angestellten Analysen des Speichels, können nur dazu dienen, ein ungefähres Bild von den Gewichtsverhältnissen der wichtigeren und besser gekannten Bestandtheile desselben zu geben, sie können aber schon einfach deshalb kein allgemein gültiger Ausdruck der quantitativen Zusammensetzung des Speichels sein, weil diese unter verschiedenen physiologischen Bedingungen bedeutenden Schwankungen unterworfen zu sein scheint.

Tabellen der quantitativen Zusammensetzung des Speichels.

A. Gemischter Speichel des Menschen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Fr. Simon	Berzelius	Frerichs	Jacubowitsch	Lehmann
Wasser	991,22	992,9	994,10	995,16	994,06
Feste Stoffe	8,78	7,1	5,90	4,84	5,94
Speichelstoff	4,37	2,9	1,42	1,34	—
Schleim und Epithel . . .	1,40	1,4	2,13	1,62	—
Fette	0,32	—	0,07	—	—
Rhodankalium	—	—	0,10	0,06	0,07
Wasserextract mit Salzen .	2,45	—	—	—	—
Alkoholextract	—	0,9	—	—	—
Chloralkalimetalle	—	—	—	0,84	—
Phosphorsaures Natron .	—	—	—	0,94	—
Schwefelsaures Natron . .	—	—	—	Spur	—
Kalk an organische Materie gebunden	—	—	—	0,03	—
Bittererde an organische Materie gebunden . . .	—	—	—	0,01	—
Phosphorsaure Erden und Eisenoxyd	—	—	—	—	—
Gesammtmenge der Salze .	—	1,9	2,19	1,82	—

B. Parotidenspeichel.

Bestandtheile für 1000 Theile	Mensch		Hund	Pferd
	Mitscherlich	van Setten	Jacubowitsch	Lehmann
Wasser	984,50	983,8	995,3	992,92
Feste Stoffe	15,50	16,2	4,7	7,08
Ptyalin	5,25	—	1,4 (Ptyalin, Alkoholextract, Epithelien mit Salzen)	1,40
Alkoholextract	1,00	—		0,98
Epithelien mit Salzen . .	0,05	—		1,24
Salze	—	—	3,3	—
Fettsaures Alkali	—	—	—	0,43

Ordenstein fand bei seinen Untersuchungen die Procentmengen der festen Stoffe des Parotidenspeichels des Menschen zwischen 5,02 bis 6,16 schwankend, da aber das specifische Gewicht dieses Speichels 1,0031 bis 1,0041 gefunden wurde, während Mitscherlich es bei einer viermal geringeren Menge an festen Stoffen = 1,006 bis 1,008 und Jacubowitsch bei einem mehr wie zehnmal geringeren Gehalte = 1,004 fand, so scheint hier ein Irrthum obzuwalten.

Im Parotidenspeichel des Menschen fand Oehl 0,03 Proc. Rhodankalium.

C. Submaxillar- und Sublingualspeichel.

Bestandtheile für 1000 Theile	Submaxillarspeichel				Sublingual-speichel
	Hund				
	Jacubowitsch		Eckhard		Bidder u. Schmidt
	I.	II.	n. Reizung des Sympathicus	n. Reizung der Chorda	
Wasser	991,45	996,04	973,0	987,0	900,2
Feste Stoffe	8,55	3,96	27,0	13,0	99,8
Organische Materie	2,89	1,51			
Lösliche Salze	4,50	2,45			
Phosphorsaure Erden	1,16				

Aus allen diesen Analysen muss gefolgert werden, dass der Speichel im Allgemeinen sehr arm an festen Stoffen ist und zu den wasserreichsten Secreten zählt.

Im menschlichen Submaxillarspeichel fand Oehl 0,0036 Proc. Rhodankalium.

Zusammensetzungs-Schwankungen des Speichels unter physiologischen Bedingungen.

Einfluss physiologischer Bedingungen.

Die namentlich von C. Ludwig und seinen Schülern Becher und Setschenow, über den Einfluss gewisser physiologischer Bedingungen auf die chemische Zusammensetzung des Speichels angestellten Versuche beziehen sich zunächst nur auf den Gehalt des Speichels an Wasser, festen Stoffen und gewissen Salzen. Diese Versuche, sowie andere von Adrian, Eckhard und Cl. Bérnard angestellte, haben ergeben:

Es nimmt der Gehalt an festen Stoffen ab 1) mit der Dauer der Speichelsecretion. Hierbei sind es vorzugsweise die organischen

Stoffe, welche die Verminderung erleiden; diese werden in einer langen Speichelungszeit bis zur Hälfte oder bis zum Viertel des ursprünglichen Gehaltes herabgedrückt, während der Salzgehalt sich entweder gar nicht, oder nur wenig ändert: 2) nach Einleitung der Secretion durch Reizung der Chorda tympani (Eckhard, Adrian, Bérnard); 3) bei durch Geschmacksreflexe eingeleiteter Secretion (Bérnard).

Der Gehalt an festen Stoffen ist vermehrt: 1) im Anfange einer Speichelungsperiode; 2) bei durch Reizung des Sympathicus eingeleiteter Speichelsecretion.

Der Salzgehalt des Speichels vermehrt sich um ein Geringes, bei bedeutender Steigerung des Kochsalzgehaltes des Blutes.

Dagegen erleidet merkwürdigerweise die Zusammensetzung des Speichels keine Veränderungen durch eine beträchtliche Vermehrung des Wassers des Blutes, welche man durch Injection von Wasser in die Venen erzeugt hat (Becher, Ludwig).

Unabhängig ist ferner die Zusammensetzung des Speichels von der Absonderungsgeschwindigkeit; der in der späteren Zeit der Speichelungsperiode gewonnene Speichel ist immer ärmer an festen Stoffen, als der früher abgesonderte, gleichgültig, ob der eine oder der andere rasch oder langsam, also bei grösserer oder geringerer Nervenerregung abgesondert wurde (Ludwig, Setschenow).

Die Angaben von Donders und Wright, dass der nach dem Fressen der Thiere gewonnene Speichel reicher an festen Stoffen sei, wie der von nüchternen Thieren secernirte, müssen ebenfalls noch erwähnt werden.

Quantitative Zusammensetzung der Speichelasche.

Zusammensetzung der Speichelasche.

Ueber die quantitativen Verhältnisse der Speichelasche besitzen wir eine einzige Untersuchung. Dieselbe, von Enderlin angestellt, bezieht sich auf den gemischten Speichel verschiedener Personen, der vermengt der Analyse unterworfen wurde; auch war die Methode der Einäscherung noch die ältere fehlerhafte, durch welche namentlich leicht ein Verlust an Chlormetallen herbeigeführt werden konnte, lauter Umstände, durch welche der Werth der unten folgenden Zahlen wesentlich beeinträchtigt wird.

Enderlin fand in 100 Theilen der Speichelasche:

A. In Wasser lösliche Bestandtheile.		
Dreibas. phosphorsaures Natron	28,122	92,367.
Chlornatrium und Chlorkalium	61,930	
Schwefelsaures Natron	2,315	
B. In Wasser unlösliche Bestandtheile.		
Phosphorsaure Kalkerde Phosphorsaure Bittererde Phosphorsaures Eisenoxyd	5,509	5,509.

Zusammensetzungsverschiedenheiten des Speichels unter pathologischen Verhältnissen.

Speichel unter pathologischen Verhältnissen.

Unsere Kenntnisse von den pathologischen Veränderungen des Speichels, beschränken sich auf den Nachweis einiger abnormer Speichelbestandtheile, bei an gewissen Krankheiten Leidenden, wobei es aber durch diesen Nachweis nicht im Geringsten entschieden ist, ob diese abnormen Speichelbestandtheile für die betreffenden Krankheiten von diagnostischer Bedeutung sind. Die nach dieser Richtung ermittelten Thatsachen sind folgende:

Es wurden gefunden:

Im sauren Speichel bei Diabetus mellitus: Milchsäure.
Im Speichel bei Leberkrankheiten: Gallenfarbstoff.
Im Speichel eines an Brightischer Krankheit Leidenden: Harnstoff (seither öfter im normalen Speichel nachgewiesen).
Im Speichel einer salivirenden Hysterischen: Leucin.

Sauer reagirender Speichel wurde beobachtet: bei entzündlichen Reizungen der ersten Wege, Pleuritis, Encephalitis, Rheumatismus acutus, Febris intermittens, Krebsdyscrasie, Scrophulosis, Phtisis, Rhachitis, Dyspepsie, rundem Magengeschwüre, Diabetes.

Im Anfang der Mercurialsalivation enthält der Speichel viel Schleim beigemischt, reagirt alkalisch und ist reicher an festen Bestandtheilen, wie der normale Speichel, enthält viel Fett und selten Rhodankalium; später wird der Speichel weniger trüb, dünnflüssiger, wird reich an Speichelkörperchen, enthält Rhodankalium und Quecksilber.

Supponirte deletäre Wirkungen des Speichels in Krankheiten.

Auch deletäre Wirkungen hat man dem Speichel zugeschrieben, welche derselbe in bestimmten krankhaften Zuständen annehmen soll. So bei heftigen Gemüthsaffecten, bei welchen er eine giftige Wirkung entfalten soll (!), bei der Hundswuth, bei welcher der Speichel als Träger des Giftes angesehen wurde. Wright injicirte Hunden menschlichen Speichel und sah darauf Würgen und Erbrechen eintreten, bei Injection in die Venen wollte er gar die Erscheinungen der Hydrophobie beobachten. Jacubowitsch, Bidder und Schmidt wiederholten alle diese Experimente, aber mit negativem Erfolge. Die Bedeutung des Speichels bei der Hundswuth ist jedenfalls noch nicht wissenschaftlich erwiesen. Bruce, Harris und Hartwig versuchten vergebens, durch Einimpfung des Geifers toller Hunde, oder durch Zumischung desselben zu Speisen, die Krankheit auf andere Thiere zu übertragen.

Zu den pathologischen Verhältnissen des Speichels gehören ausserdem noch die

Speichelsteine.

Speichelsteine. Der Speichel enthält unter seinen normalen Bestandtheilen gewisse Stoffe, die zur Bildung unlöslicher Niederschläge Veranlassung geben können. Phosphorsaure Erden und lösliche Kalk-

salze, die in kohlensauren Kalk übergehen können. Tritt eine abnorme Vermehrung derselben ein, so schlagen sie sich nieder und werden entweder von dem abfliessenden Speichel in dem Maasse, wie sie sich bilden, hinweggeführt, oder sie häufen sich an, vereinigen sich zu grösseren Massen und bilden Concretionen.

Speichelsteine bilden sich dann, wenn jener Niederschlag bereits innerhalb der Speicheldrüsen erfolgt und sich zu so grossen Massen verkittet, dass sie das Lumen der Ausführungsgänge übertreffen und nicht mehr ausgeleert werden können. Die so gebildeten Speichelsteine wachsen weiter, indem sie sich durch Juxtaposition vergrössern und können eine beträchtliche Grösse erreichen. Gewöhnlich sind sie rund oder länglich, von schmutzig-weisser Farbe und bestehen aus concentrischen Lagen von deutlicher Schichtung; zuweilen fehlt aber die Schichtung. Ihre Consistenz ist sehr verschieden. Ihre Hauptbestandtheile sind kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, durch thierische Materie verkittet, wie nachstehende Analysen zeigen.

Bestandtheile für 100 Theile	Wright			Bibra	Lecanu	Besson	Golding
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Bird
Kohlensaurer Kalk . .	81,3	79,4	80,7	13,9	20	15	2
Phosphorsaurer Kalk .	4,1	5,0	4,2	38,2	75	55	75
Phosphorsaure Bittererde	—	—	—	5,1	—	1	—
In Wasser lösliche Salze	6,2	4,8	5,1	38,1	—	—	—
Thierische Materie . .	7,1	8,5	8,3		5	25	23
Wasser und Verlust . .	1,3	2,3	1,7	6,3	—	2	—

In den Speichelsteinen von Ochsen und Pferden fand Schulze 83 bis 91 Proc. kohlensauren Kalk. Immer sollen die Speichelsteine auch Ptyalin, d. h. zuckerbildendes Ferment enthalten.

Weinstein der Zähne.

Erfolgt der Niederschlag nicht in den Speicheldrüsen, sondern erst in der Mundhöhle, so kann er sich an die Zähne anlegen und bildet dann den sogenannten Weinstein der Zähne. Wahrscheinlich aber tragen zur Bildung dieses sogenannten Weinsteins nicht allein die Speicheldrüsen, sondern auch die übrigen kleinen Drüsen der Mundhöhle bei. Der Weinstein der Zähne ist ähnlich zusammengesetzt wie die Speichelsteine.

Bildung des Speichels (Speichelbereitung).

Speichelbereitung

Für die Annahme, dass der Speichel kein einfaches Transsudat, sondern ein Product der Wechselwirkung des Blutes und der Speicheldrüsen

sei, sprechen dieselben Gründe, welche für die Eigenthümlichkeit anderer Secrete geltend gemacht werden. Man hat im Blute bisher weder Mucin, noch Rhodankalium nachzuweisen vermocht und anderseits enthält der Speichel nur Spuren von Albuminaten. Auch die eigenthümlichen Verbindungen des Kalks mit organischen Stoffen, welche im Speichel vorkommen, scheinen im Blute zu fehlen, so dass demnach die transsudirte Blutflüssigkeit, um in Speichel überzugehen, in den Drüsenräumen wesentliche chemische Veränderungen erleiden muss. Ueber das Zustandekommen dieser Veränderungen und über den Antheil, welchen an selben die Drüse hat, befinden wir uns vollständig im Dunkel. Das Mucin wäre nach der auf Versuche sich stützenden Ansicht von Donders, das Product der Auflösung der Epithelialzellenwandungen der Drüsenbläschen in dem alkalisch-reagirenden Speichel; für die übrigens auch sonst genügend constatirte Verwandtschaft des Epithelialgewebes und Schleimstoffs wird auch die von Städeler beobachtete Thatsache angeführt, dass Epithelien und Schleimstoff bei der Zersetzung mit verdünnter Schwefelsäure beide viel, und zwar annähernd gleich viel Tyrosin geben. Dagegen wird aber der Deutung von Donders der gewichtige Einwand gemacht, dass der Parotidenspeichel kein Mucin enthält, obgleich die Wandung der Epithelialzellen der Parotis, chemisch nicht verschieden ist von der Wandung anderer Epithelialzellen und obgleich auch der Parotidenspeichel alkalisch reagirt. Ueber die Bildung und Bedeutung des Rhodankaliums wissen wir gar nichts.

Versuche von Becher und Ludwig haben ergeben, dass der Uebertritt der Blutflüssigkeit aus den Capillaren in die Drüsenräume, durch die Nerven angeregt wird und dass diese letzteren auch eine Veränderung der Drüsensubstanz bewirken, in Folge deren dieselbe eine Flüssigkeitsströmung zu bewerkstelligen vermag. Es ergiebt sich dies daraus, weil bei anhaltender Nervenerregung, aus den Ausführungsgängen in ununterbrochenem Strome, ein den Drüsenraum weit übertreffendes Speichelvolumen ausfliesst und ferner weil der Druck, unter dem die Flüssigkeit in die Drüse geliefert wird, meist oft viel höher ist, als derjenige, welcher zu gleicher Zeit in der Carotis stattfindet. Ludwig bemerkt mit Recht, dass zu diesem demnach vom Blutdruck mehr oder weniger unabhängigen Vorgange, die chemischen Umsetzungen in näherer Beziehung stehen mögen, welche in der Drüse bei der Speichelbereitung stattfinden und die sich auch durch eine gesteigerte Wärmebildung (die Temperatur des aus der Submaxillardrüse fliessenden Speichels wurde um 1,5°C. höher befunden, wie jene des Blutes der anderseitigen Carotis, Ludwig, Spiess) zu erkennen giebt. Die chemischen Umsetzungen in der Drüse werden ausserdem begünstigt durch die Beschleunigung des Blutstroms, der ebenfalls gleichzeitig mit der Speichelabsonderung eingeleitet wird.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Ueber die physiologische Bedeutung des Speichels sind die Physiologen noch sehr wenig einig. Während die einen die Rolle des Speichels bei der Verdauung als eine sehr hervorragende bezeichnen, sprechen ihm die Anderen alle und jede physiologische Bedeutung ab und sehen in ihm nichts weiter wie ein Anfeuchtungsmittel.

Es liegt nahe, die Eigenschaft des Speichels, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, für die physiologische Function desselben zu verwerthen und anzunehmen, dass dem Speichel die Function zukomme, die Amylacea der Nahrungsmittel aufzuschliessen, d. h. in Dextrin und Traubenzucker zu verwandeln; allein demungeachtet wird diese Ansicht von einzelnen Physiologen, namentlich von Cl. Bérnard mit Entschiedenheit bekämpft, indem er die Behauptung aufstellt, dass das zuckerbildende Vermögen dem frischen Speichel gar nicht zukomme, er dasselbe vielmehr erst an der Luft erlange, also unter Umständen, unter welchen auch andere thierische Stoffe und Secrete zu Fermenten werden. Auch hat man darauf hingewiesen, dass die Natur im Bauchspeichel ein viel kräftigeres Mittel geschaffen habe, um im Darme Stärkmehl in Zucker zu verwandeln.

Dass der gemischte Speichel, gekochtes Stärkmehl sehr rasch schon nach wenigen Minuten in Zucker verwandelt, ist genugsam erhärtet und da im Munde immer gemischter Speichel vorhanden und die Temperatur der Mundhöhle ebenfalls eine der Umwandlung günstige ist, so kann um so weniger bezweifelt werden, dass der Aufenthalt in der Mundhöhle, wie er z. B. zum Zerkauen des Brodes erforderlich ist, hinreichend sei, um die Zuckerbildung einzuleiten, als dies von Lehmann und Schröder direct nachgewiesen wurde.

Im Uebrigen wirkt der Speichel als Lösungsmittel für alle in Wasser lösliche Substanzen, die mit der Nahrung in die Mundhöhle gelangen und mechanisch dadurch, dass er die Nahrungsbissen durchfeuchtet, schlüpfrig macht und so die Deglutition erleichtert. Durch seine schaumige Beschaffenheit vermag der Speichel atmosphärische Luft dem Magen und Darmcanal zuzuführen (Liebig) und endlich kommt die Speichelsecretion insofern in Betracht, als dadurch ein grosser Theil des Wassers des Blutes, von welchem jenes des Speichels stammt, genöthigt wird, auf Umwegen wieder zu seinem Ausgangspunkte zurückzukehren (intermediärer Wasserkreislauf).

Zur vergleichenden Chemie des Speichels.

Zur vergleichenden Chemie des Speichels. In dem Speicheldrüsensecrete von Dolium Galea Lam., einer der grössten Schnecken Siciliens, welches eine farblose, wasserhelle, stark sauer schmeckende und die Zähne stumpf machende Flüssigkeit darstellt, die in Berührung mit kohlensaurem Kalk heftig braust, haben Bödeker und Troschel

merkwürdigerweise 0,4 Proc. freie Salzsäure, — 2,6 Proc. Schwefelsäurehydrat, — 1,4 Proc. schwefelsaure Salze, — 1,6 Proc. Magnesia, Kali, Natron, etwas Ammoniak, Kalk nebst organischer Substanz, und 93,8 Proc. Wasser gefunden. Das Thier, welches diesen Speichel mit grosser Gewalt zu ejaculiren vermag, scheint sich desselben als Waffe gegen seine Feinde zu bedienen.

Literatur zur Chemie des Speichels: Tiedemann u. Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen. 1816. I, S. 10. — Donné: Histoire phys. et path. de la salive. Paris 1836. — C. G. Mitscherlich: Pogg. Annal. XXVII, 320. — van Setten: de saliva Dissertat. Groning. 1837. — Wright: on the physiology and pathology of the saliva. 1842. — Frerichs: Im Handwörterb. der Physiol. III, 758. Artikel: Speichel. — Tilanus: De saliva et muco Dissertat. Amstelod. 1849. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte und Stoffwechsel. Mitau 1852; — Jacubowitsch: de saliva Dissert. Dorpati 1853. — Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. 13. — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, S. 338, 623. Cl. Bernard: Leçons de physiol. experiment. 1856; — Derselbe: Leçons sur les propriétés physiol. et les altérat. pathol. de liquides de l'organisme. 1859. — Pettenkofer: Buchner's Repert. N. F. Bd. XVI, 834. — Nicklés: Compt. rend. XLIII, 855. — Berzelius: Lehrb. d. Chem. 4te Aufl. IX, 218. — Mialhe: Compt. rend. XX, 954. — Moleschott: Physiol. der Nahrungsmittel. 2te Aufl. 1859. — Frerichs u. Städeler: Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Zürich Bd. IV. — Kölliker u. H. Müller: Verhandl. d. physikal. med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. V, 213. — Longet: Compt. rend. XLII, 480. — Picard: Thèse. Strasbourg. 1856. Ordenstein: Beitr. zur Anat. und Physiol. v. Eckhard. Bd. II, S. 101. — C. Eckhard: Ebendaselbst 205. — C. Ebstein: De mutationibus microscop. cocti crudique amyli fluido oris tractati. Dissert. Berolini 1859. — di Vintschgau: Atti del instituto veneto di scienze, lettere ed arti. Ser. 3. Vol. IV. — Eckhard: Beitr. zur Anat. u. Physiol. III, S. 39. — Derselbe: Arch. of medicine 1862 Nr. XII, p. 354. — Oehl: la saliva umana, studiata colla siringazione dei condotti ghiandolari. Pavia 1864. — Biervliet: Bullet. de l'academie royale de Belgique 1861. Nro. 10. — J. Cohnheim: Arch. f. path. Anat. VIII, 241. — W. Kühne: Lehrb. d. phys. Chemie. 1861, S. 1 u. ff. — Bödeker u. Troschel: Pharm. Centralbl. 1854. 771. — Hartwig: Beitrag zur näheren Kenntniss der Wuthkrankheit. Berlin 1829.

VIII. Chemie des Magensaftes.

Begriffsbestimmung.

Der Magensaft im gewöhnlichen Sinne, ist ein Gemenge verschiedenartiger Secrete: des in den Magen gelangenden Speichels, des von den Schleimdrüsen der Magenschleimhaut secernirten Schleims und des Secretes der sogenannten Labdrüsen. Der eigenthümliche Typus wird dem Magensaft durch das letztere Secret aufgedrückt; je nachdem aber die beiden anderen Secrete vorwiegen, kann dieser Typus mehr und mehr verwischt werden. So ist festgestellt, dass nach längerer Entbehrung von Nahrung, beim Menschen jedesmal nach dem Erwachen aus dem Schlafe, der Magen eine stark schleimhaltige alkalisch reagirende

Flüssigkeit enthält, während nach dem Genuss von Speisen, oder bei Reizung durch feste Körper überhaupt, eine saure Flüssigkeit secernirt wird.

Unter Magensaft im engeren Sinne versteht man immer nur letztere Flüssigkeit und von dieser, wird auch im Folgenden zunächst nur die Rede sein.

Seinen wesentlichen Bestandtheilen nach ist der Magensaft das Secret der, vorzüglich an der grossen Curvatur gürtelförmig ausgebreiteten Labdrüsen, während, wie bereits oben bemerkt, ihm immer noch Speichel und Schleim beigemengt sind. Im sauren Magensaft überwiegt aber das Secret der Labzellen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Klare oder wenig getrübte farblose Flüssigkeit von säuerlich salzigem Geschmack und eigenthümlich säuerlichem Geruch. Das specifische Gewicht des Magensaftes unterliegt bedeutenden Schwankungen, die sich innerhalb 1,001 bis 1,010 bewegen. Ihm eigenthümliche Formelemente enthält der Magensaft nicht; ausser wenigen Labzellen und ihren Kernen, enthält er aber als zufällige Formbestandtheile Schleimkörperchen, aufgequollene und halb zerstörte Cylinderepithelien und Molekularkörnchen. Wegen seines Gehaltes an Pepsin und Peptonen zeigt er eine je nach der Concentration grössere oder geringere lävogyre Circumpolarisation.

Chemische Bestandtheile des Magensaftes.

Chemische Bestandtheile.

Die chemischen Bestandtheile des gemischten Magensaftes sind die des Speichels, des Schleims und des Labdrüsensecretes. Letztere aber sind weder, wie es scheint, alle constant, noch genügend studirt, so dass durch diese Umstände die Darlegung der chemischen Verhältnisse des Magensaftes, nothwendigerweise eine schwankende und vielfach bedingte werden muss.

Ausser Wasser, welches über 98 Proc. des Secretes ausmacht und dem Mucin, das von dem Schleim der Magendrüsen stammt, wurden in dem möglichst speichelfreien Magensafte nachgewiesen: Organische extractive Materien, von denen der in Wasser lösliche Theil: das sogenannte Pepsin, ein eigentliches Verdauungsferment darstellt; Peptone, d. h. Verdauungsproducte der Ingesta oder auch wohl der Magenschleimhaut selbst; Fett in Spuren; anorganische Stoffe: hauptsächlich Chlornatrium, dann aber auch Chlorkalium, Chlorammonium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, nebst Spuren von Eisenchlorür. Phosphorsaure Erden sind nur in geringer Menge im Magensafte vorhanden, während phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien darin ganz zu fehlen scheinen.

Im Magensafte nach dem Genusse von Nahrungsstoffen, oder nach Reizung durch feste Stoffe, finden sich constant freie Säuren. Ueber die Natur der freien Säure des Magensaftes hat man viel und vergeblich gestritten, da jetzt als constatirt zu betrachten ist, dass allerdings eine Säure constant im reinen Magensafte vorkommt, aber nur unter bestimm-

ten Bedingungen, während auch andere freie Säuren im Magensafte vorkommen können. Diese Säure ist: freie Salzsäure; aber im unreinen, mit Verdauungsproducten gemischten Secrete findet man nicht selten auch: Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure.

Wenn man berücksichtigt, dass der Magen der Sitz einer tiefgreifenden Umsetzung der eingeführten Speisen ist und hier eine wichtige Phase der Verdauung sich vollzieht, so drängt sich von selbst die Frage auf, ob die im Magensafte sich findenden freien Säuren dem Labdrüsensecrete als solchem zukommen, oder ob sie Producte der Verdauung oder der Umsetzungen der Nahrungsstoffe im Magen sind. Bezüglich der Salzsäure kann diese Frage als erledigt betrachtet werden. Freie Salzsäure findet sich nach den übereinstimmenden Beobachtungen der zuverlässigsten Forscher (Gmelin, Prout, C. Schmidt) gerade in dem Safte, der, aus dem seit vielen Stunden nüchternen Magen, durch mechanische Reizung gewonnen wird; da nun überdies in der weiter unten zu schildernden künstlichen Verdauungsflüssigkeit, Salzsäure ein sehr wesentlicher Bestandtheil ist, so kann es nicht bezweifelt werden, dass die Salzsäure nicht etwa erst im Magen selbst durch Zersetzung von Chlormetallen entsteht, sondern dass sie dem Labdrüsensecrete als solchem eigenthümlich ist. Wird dagegen der Magensaft aus dem gefüllten Magen gewonnen, so ist immer Milchsäure und zuweilen Buttersäure vorhanden, während freie Salzsäure gänzlich fehlt, oder nur in Spuren vorhanden ist (Lehmann, Schmidt, Heintz, Bérnard und Barreswil, Smith). Dass in diesem Falle die Buttersäure ihren Ursprung den Umsetzungen des Mageninhalts verdankt, erscheint mindestens sehr wahrscheinlich und es fehlt an allen Anhaltspunkten für die Annahme einer anderweitigen Bildung; bezüglich der Milchsäure aber sind die Verhältnisse noch keineswegs so vollständig aufgeklärt, dass man über die Bedeutung derselben ein bestimmtes Urtheil fällen könnte, ja es fehlt sogar nicht an offenbaren Widersprüchen, denn ein solcher ist es jedenfalls, wenn man einerseits gefunden haben will, dass der Magensaft nach Fütterung mit Knochen, Amylaceïs, oder mit Fleisch, keine freie Salzsäure enthält, wohl aber Milchsäure, während man anderseits angiebt, die Milchsäure fehle im Magensafte fleischfressender Thiere. Der Annahme, dass die in den Labdrüsen gebildete freie Säure unter Umständen Milchsäure sein könnte, steht an und für sich nichts im Wege, allein sie erscheint wenig wahrscheinlich, weil nicht einzusehen ist, warum die von den Labdrüsen secernirte Säure wechseln sollte; wahrscheinlich ist es vielmehr, dass der Unterschied der Säure des gefüllten und nüchternen Magens daher kommt, weil ursprünglich zwar immer nur freie Salzsäure abgesondert wird, aber diese durch gewisse Salze des Mageninhalts nach Nahrungsaufnahme neutralisirt werden kann, indem dafür andere Säuren in Freiheit gesetzt werden. Finden sich im Mageninhalte buttersaure oder milchsaure Salze, so müssen diese durch die freie Salzsäure in Chlormetalle und freie Butter- und Milchsäure umgesetzt werden. Da

nun nach dem Genusse von Fleisch und Amylaceïs im Magen milchsaure Salze nothwendig vorkommen müssen, so hat das Auftreten freier Milchsäure im Mageninhalte nach derartiger Nahrung nichts Unerklärbares. Seitdem man weiss, dass die Knorpelsubstanz unter gewissen Voraussetzungen bei ihrer Zersetzung Zucker zu liefern vermag, kann endlich gegen die obige Erklärung die Thatsache, dass sich auch nach der Fütterung mit entfetteten Knochen Milchsäure im Magensafte vorfindet, nicht mehr als Gegengrund angeführt werden.

Als theils abnorme, theils zufällige Bestandtheile des Magensaftes sind anzusehen:

Abnorme und zufällige Bestandtheile.

Gallenfarbstoff und Gallensäuren; sie sollen sich im Magensafte gesunder Menschen und eben getödteter Thiere sehr häufig finden (Lehmann, Grünewaldt). — Harnstoff bei Urämie und nach der Nephrotomie. Bei Hunden fanden Cl. Bérnard und Barreswil nach Exstirpation der Nieren im Anfang der Harnretention keinen Harnstoff, wohl aber viel Salmiak (entstanden aus kohlensaurem Ammoniak und der freien Salzsäure des Magensaftes). — Kohlensaures Ammoniak bei Urämie und nach ausgeführter Nephrotomie (Stannius). — Sarcina ventriculi Goodsir (meist bei Magenkrankheiten).

Von in das Blut injicirten fremdartigen Stoffen, gehen nach den bisherigen Beobachtungen Jodkalium, Rhodankalium, Eisensalze, Blutlaugensalz und Zucker (Cl. Bérnard) in den Magensaft über.

Die bisher gemachten Angaben über die normalen chemischen Bestandtheile des Magensaftes beziehen sich auf Secrete, bei denen durch die Art und Weise der Gewinnung, die Beimengung dem Labdrüsensecrete als solchem fremdartiger Stoffe, namentlich des Speichels und Schleims, nach Thunlichkeit ausgeschlossen war. Gewöhnlich erzielte man dies auf die Weise, dass man bei Thieren Magenfisteln anlegte und durch diese den Magensaft, dessen Secretion durch Reizung hervorgerufen war, entleerte, nachdem man vorher von der Fistelöffnung aus, den Magen mit Wasser ausgespült hatte. Um den Speichel zu eliminiren, legte man wohl auch (Bardeleben) neben der Magenfistel noch eine Speiseröhrenfistel an, durch welche der verschlungene Speichel nach aussen abfloss, oder man unterband die Ausführungsgänge der wesentlichen Speicheldrüsen (Bidder und Schmidt). Beim Menschen benutzte man die seltenen Fälle, wo Magenfisteln vorkommen (Beaumont, Smith und Schmidt). — Es muss aber hervorgehoben werden, dass man auf diese Weise zwar Secrete erhält, in welchen das Labdrüsensecret vorwiegt, keineswegs aber hoffen darf, völlig reines Labdrüsensecret unter den Händen zu haben.

Unter jenen Bedingungen, unter welchen die Secretion der eigentlichen Labdrüsen cessirt, findet man den leeren Magen mit einer neutralen oder alkalischen Schleimschicht überzogen. Dieser Schleim stammt grösstentheils aus den cylindrischen Zellen der Magenschleimhaut und

von den Schleimdrüsen des Magens. Seine chemischen Bestandtheile weichen, so weit er bisher untersucht werden konnte, von denen der Secrete anderer Schleimhäute nicht ab.

Etwas Schleim ist dem Magensafte aber, auch wenn er auf obige Weise gewonnen wurde, immer beigemischt und von ihm stammt natürlich das Mucin, welches unter seinen Bestandtheilen nachgewiesen wurde. Eliminiren wir daher alle jene Bestandtheile, die möglicherweise und mindestens zum Theil, dem Schleim und Speichel angehören, so haben wir als charakteristische und mit seiner physiologischen Function in nächster Verbindung stehende Bestandtheile desselben:

a) einen organischen in Wasser löslichen Extractivstoff: Pepsin, das wirkliche Verdauungsferment, welches unter Mitwirkung freier Säuren, feste und geronnene Albuminate und Albuminoide mehr oder minder rasch löst:

b) Peptone, als Verdauungsproduct der vorher genossenen Nahrung oder der Labdrüsenzellen selbst;

c) einen grossen Reichthum an Chlormetallen, worunter Chlorammonium, Chlorcalcium, Chlormagnesium und Eisenchlorür;

d) freie Säuren, und zwar Salzsäure, unter besonderen Umständen auch wohl Milchsäure, oder beide zugleich.

Allgemeines chemisches Verhalten des Magensaftes.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Reaction des wahren, auf obige Weise gewonnenen Magensaftes ist immer entschieden sauer; alkalische Reaction, wo sie sich findet, ist von, dem Magensafte als solchem nicht zukommenden Bedingungen abhängig: von absolut oder relativ gesteigerter Schleimabsonderung, ungewöhnlichen Mengen hinabgeschluckten und nicht eliminirten Speichels u. s. w.

Durch Siedhitze wird der Magensaft nicht getrübt; Ferrocyankalium erzeugt darin keine Trübung, ebensowenig erzeugen schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid und Alaun Fällungen. Auch concentrirte Mineralsäuren bewirken keine Trübung, dagegen kohlensaure Alkalien einen leichten Niederschlag, welcher hauptsächlich aus Kalksalzen besteht, die etwas organische Substanz mit sich niedergerissen haben. Quecksilberchlorid erzeugt einen Niederschlag, in welchem ein Theil des Verdauungsferments: des Pepsins, enthalten ist. Salpetersaures Silberoxyd erzeugt einen reichlichen Niederschlag von Chlorsilber, der aber immer auch organische Materie enthält. Auf Zusatz von löslichen Bleisalzen bilden sich Niederschläge von Chlorblei, mit welchen der grössere Theil des Verdauungsfermentes niederfällt. Durch Auswaschen des Niederschlages lässt es sich aber demselben grösstentheils wieder entziehen. Alkohol er-

zeugt einen Niederschlag, welcher sich in Wasser allmählich wieder löst und nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure kräftig verdauend wirkt.

Wird Magensaft abgedampft, so entweicht mit dem Wasser auch Salzsäure; der Rückstand zeigt zahlreiche Kochsalzkrystalle, die in eine syrupartige, gewöhnlich milchsaures Natron enthaltende Masse eingebettet sind.

Das Verdauungsvermögen des Magensafts wird aufgehoben: durch Kochen, durch Sättigen der freien Säure mit Alkalien, oder mit phosphorsaurem Kalk, durch schweflige und arsenige Säure, Gerbsäure, Alaun und die meisten Metallsalze, endlich durch Galle (Hübbenet); gehemmt: durch Alkalisalze, Sättigung des Magensafts mit Peptonen oder anderen organischen Substanzen, Gegenwart zu viel freier Säure und reichliche Beimengung von Speichel.

Versuche, das Verdauungsferment zu isoliren.

Versuche, das Verdauungsferment zu isoliren. Um das Pepsin rein zu erhalten, reinigte Wasmann Labdrüsenhaut von Schweinsmagen, durch mehrstündige Digestion mit Wasser von 30 bis 35° C. und extrahirte sie hierauf mit kaltem Wasser so lange, bis sich ein fauliger Geruch wahrnehmbar machte. Die wässerigen Auszüge gemischt und filtrirt, wurden mit Bleizucker gefällt, der Niederschlag gut ausgewaschen, in Wasser vertheilt und durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt. Die vom gebildeten Schwefelblei abfiltrirte klare, farblose Flüssigkeit bei 35° C. eingedampft, hinterliess einen syrupartigen Rückstand, aus welchem Alkohol eine flockige Substanz: Wasmann's Pepsin, fällte. Mit Alkohol gewaschen und an der Luft ohne Erwärmung getrocknet, stellt es eine gelbe gummiartige Masse dar, die in Wasser löslich ist und sich in Salzsäure beim Erwärmen mit violetter Farbe auflöst. Durch Metallsalze wird es aus seinen Lösungen niedergeschlagen, die Niederschläge sind aber in einem Ueberschuss des Fällungsmittels sowie in Essigsäure theilweise, in Salzsäure vollständig auflöslich. Das so dargestellte Pepsin, wenn es nicht bei höherer Temperatur getrocknet wurde, besitzt verdauende Kräfte, ist aber keine chemisch-reine Substanz, denn sie enthält, von der Bereitung her, Essigsäure und hinterlässt eine aus kohlensauren Salzen, phosphorsaurem Kalk, Natron und Spuren von Eisenoxyd bestehende Asche.

Wasmann's Pepsin.

Frerichs' Pepsin.

Frerichs stellte das Verdauungsferment dar, indem er dem natürlichen Magensafte wenig Alkohol zusetzte, wobei neben einer geringen Menge von Pepsin der grösste Theil der Peptone in Lösung bleibt. Das erhaltene schwefel- und stickstoffhaltige Präcipitat löste sich ziemlich leicht in Wasser, wurde aus der Lösung durch Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, Bleiessig und Gerbsäure gefällt, unvollständig aber durch Bleizucker. Beim Kochen blieb es klar und hatte bei Gegenwart verdünnter Salzsäure oder Milchsäure, stark verdauende Eigenschaften. Durch Kochen, absoluten Alkohol, Neutralisation mit Alkalien wurden dieselben aufgehoben. Dieses so dargestellte Verdauungsferment geht in alkalischer Lösung leicht in Fäulniss über, ist in neutraler zur Schimmelbildung geneigt, hält sich aber angesäuert lange Zeit unzersetzt.

C. Schmidt's Pepsin.

C. Schmidt erhielt ein kalkhaltiges Verdauungsferment, indem er Magensaft mit Kalkwasser neutralisirte, das Filtrat zur Syrupsconsistenz verdunstete und den Rückstand mit absolutem Alkohol fällte. Der Niederschlag in Wasser gelöst, wurde durch einen Ueberschuss von Quecksilberchlorid gefällt, und der Quecksilber-Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Das Filtrat gab abgedampft, einen schwach gelblichen nicht hygroskopischen Rückstand: Schmidt's Pepsin.

Dasselbe enthielt in 100 Theilen: Kohlenstoff 53,0 Proc., Wasserstoff 6,7 Proc., Stickstoff 17,8 Proc., Sauerstoff 22,5 Proc.

Brücke's Pepsin.

Pepsin von Brücke. Auf die Beobachtung, dass Pepsin aus seinen Lösungen niedergerissen wird, wenn feinkörnige Niederschläge in letzteren erzeugt werden, gründete Brücke die nachstehende Methode der Isolirung des Verdauungsfermentes. Die abpräparirte Schleimhaut des Schweinsmagens wird zerschnitten, mit Wasser gewaschen und mit verdünnter Phosphorsäure bei 38° C. so lange digerirt, bis der grösste Theil der Masse gelöst ist. Die filtrirte Lösung wird mit Kalkwasser neutralisirt, der Niederschlag gesammelt, mit Wasser gewaschen, dann in verdünnter Salzsäure gelöst und allmählich mit einer gesättigten Lösung von Cholesterin in 4 Thln. starken Weingeist und 1 Thl. Aether versetzt. Das Cholesterin, welches sich in Form eines feinen weissen Schlamms auf der Oberfläche absetzt, wird wiederholt mit der Flüssigkeit geschüttelt, dann filtrirt und mit durch Essigsäure angesäuertem Wasser, dann mit reinem Wasser bis zur Entfernung aller Salzsäure gewaschen. Der Cholesterinbrei wird hierauf mit wasserhaltigem Aether behandelt, der Aether abgegossen, die wässerige Flüssigkeit nochmals mit Aether gewaschen und der Aether verdunsten gelassen. Die wässerige, nach dem Filtriren klare Lösung ist eine concentrirte Pepsinlösung, welche nach dem Ansäuern äusserst energisch verdaut. Beim Verdunsten an der Luft hinterlässt sie einen grauweissen, amorphen stickstoffhaltigen Körper, der sich in nicht angesäuertem Wasser ziemlich schwer löst.

Lossnitzer, der das Pepsin nach dieser Methode ebenfalls darstellte, fand die Eigenschaften desselben, den Brücke'schen Angaben völlig entsprechend, zugleich aber, dass die Methode mit einem bedeutenden Verluste an Pepsin verbunden ist.

Alle diese Stoffe sind als chemisch-reine Substanzen nicht anzusehen, und nur insofern von physiologischem Interesse, als sie das wirksame Verdauungsferment in mehr oder weniger concentrirtem Zustande enthalten.

Künstliche Verdauungsflüssigkeit.

Künstliche Verdauungsflüssigkeit. Eberle hat zuerst gezeigt, dass Auszüge der Labdrüsen des Magens, oder die Schleimhaut des Magens selbst, mit sehr geringen Mengen freier Salzsäure versetzt, das Vermögen besitzen, auch ausserhalb des Organismus bei der Temperatur des Körpers, verdauende Wirkungen auf Albuminate: gekochtes und nicht gekochtes Eiweiss, Käsestoff, Fleisch u. dgl. auszuüben. Seither wurden derartige künstliche Verdauungsflüssigkeiten nach verschiedenen Methoden dargestellt: durch Auflösen des Wasmann'schen, Frerichs'schen, C. Schmidt'schen oder Brücke'schen Pepsins in Wasser und Hinzufügen geringer Mengen von Salzsäure oder Milchsäure, — Aufweichen des bei Luftwärme getrockneten Magens, nachdem er vorher in Stücke zerschnitten war, mit Wasser, — oder Extraction der frischen, vorher gereinigten und in Stücke zerschnittenen labdrüsenhaltigen Magenschleimhaut; — Herausschneiden derjenigen Stellen der Magenschleimhaut, in welche die Labdrüsen eingebettet sind und Ausspülen mit Wasser, oder Extraction derselben mit Wasser; oder indem man dieselben unter Wasser zwischen Leinwand ausknetete (Schwann, Brücke).

Die auf eine oder die andere Weise erhaltenen Flüssigkeiten, welche das Verdauungsferment in Lösung enthalten, müssen vorher mit Salzsäure oder Milchsäure angesäuert werden und stellen dann den sogenannten künstlichen Labsaft dar. Wenn Milchsäure statt Salzsäure angewendet wird, müssen den Versuchen Meissner's zufolge, bei gleichem Pepsingehalt bedeutend grössere Mengen von Säure zugesetzt werden, um ein wirksames Präparat zu erhalten, etwa die zehnfache Menge, 1 bis 2 Proc.; auch hier ist dann aber die verdauende Kraft immer schwächer, wie bei der Anwendung der Salzsäure. Phosphorsäure und Weinsäure wirken schwächer, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Essigsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure sind ganz oder nahezu unwirksam, ebenso saurer phosphorsaurer Kalk (Meissner), von dem Blondlot behauptete, dass von ihm die saure Reaction des Magensaftes abhänge, — und zwar auch dann, wenn Chlorcalcium zugesetzt wird (Meissner). Die so erhaltenen Verdauungsflüssigkeiten werden in eine Brütmaschine gebracht, deren Temperatur zwischen 28 bis 30⁰ R. erhalten wird und hierauf mit den zu verdauenden Substanzen versetzt.

Ueber die Wirkungen derartiger künstlicher Verdauungsflüssigkeiten, sowie über die Lösungsverhältnisse derselben, liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die es ausser Zweifel setzen, dass die dabei stattfindenden Vorgänge mit dem im Magen selbst stattfindenden, grösstentheils übereinstimmen und daher für die Physiologie verwerthbar sind. Wir geben in Nachfolgendem die wichtigeren Resultate dieser Versuche.

Wirkungen der künstlichen Verdauungsflüssigkeit.

Keine Wirkung äussert die künstliche Verdauungsflüssigkeit: auf Horngewebe, stärkere elastische Membranen, Wachs mit seinen verschiedenen Varietäten, Fett, Pflanzenzellstoff und die holzige Verdickungsschicht der Pflanzenzellen.

Einfach lösend wirkt sie: auf die in Wasser löslichen Kohlehydrate: Zuckerarten, Dextrin, Gummiarten, die Salze der Alkalien mit feuerbeständigen Säuren und auf die phosphorsauren alkalischen Erden. Unter Austreibung der Säuren zersetzt sie die Salze mit schwachen und flüchtigen Säuren.

Chemisch umsetzend und zugleich lösend wirkt sie: auf die in Wasser und verdünnten Säuren löslichen und auf die darin unlöslichen geronnenen Albuminate und die davon derivirenden Albuminoide: Leim und leimgebende Stoffe. Die unlöslichen Albuminate werden mehr oder weniger rasch davon gelöst, die in alkalischer Lösung befindlichen, oder die Alkali gebunden haltenden (Caseïn) schlägt sie nieder, um sie dann wieder zu lösen. Die unlöslichen Leimstoffe verwandelt sie einfach in lösliche (Ludwig). Die gelösten Albuminate sind in der Lösung nicht mehr als solche enthalten, sie sind in Peptone verwandelt. Nach den Versuchen von Meissner und de Bary entstehen dabei verschiedene

Peptone Lehmann's, Meta-, Para- und Dyspeptone Meissner's

durch ihr chemisches Verhalten und durch ihr Polarisationsvermögen unter sich differente Peptone und ausserdem noch Extractivstoffe.

Parapepton. Parapepton nennt Meissner den Niederschlag, der in der sauren opalisirenden Lösung der Albuminate (Albumin, Caseïn, Blutfibrin, Syntonin) durch künstliche Verdauungsflüssigkeit bei 40° C. bewirkt, durch Neutralisation der freien Säure entsteht. Die Parapeptone sind an und für sich in Wasser unlöslich, lösen sich aber in verdünnten Säuren sehr leicht auf und werden aus diesen Lösungen durch Alkohol nicht gefällt, wohl aber durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze sowie durch die Salze der Erden. In der essigsauren Lösung des Parapeptons erzeugt Ferrocyankalium einen Niederschlag, ebenso werden seine Lösungen durch Metallsalze und Gerbsäure gefällt. Concentrirte Säuren bewirken im Ueberschuss lösliche Niederschläge, Millon's Reagens giebt die Reaction der Albuminate. Durch fortgesetzte Einwirkung einer sehr pepsinreichen Verdauungsflüssigkeit verlieren die Parapeptone mehr und mehr ihre Löslichkeit selbst in verdünnten Säuren und können auch durch Kochen mit Wasser nicht in Peptone verwandelt werden. Meissner betrachtet die Parapeptone als Spaltungsproducte der Albuminate, welche einer weiteren Verwandlung nicht fähig sind, während sie nach Brücke schliesslich in Peptone übergehen sollen. W. Kühne hält die Parapeptone für identisch mit Syntonin.

Metapepton. Metapeptone nennt Meissner Niederschläge, welche aus den, durch künstliche Verdauungsflüssigkeiten schwach sauer reagirenden Auflösungen der Albuminate, durch Zusatz von etwas mehr Säure gebildet werden. Die Metapeptone sind löslich in Wasser, unlöslich aber in sehr verdünnten Säuren von 0,1 Proc. Säuregehalt; in einem Mehr der Säure lösen sie sich leicht auf, werden aber durch concentrirte Mineralsäuren bei vorsichtigem Zusatz gefällt; im Ueberschuss der Säure verschwindet die Fällung wieder. Die Metapeptone des Albumins und des Blutfibrins sind intermediäre Producte, welche bei weiterer Digestion mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit schliesslich in eigentliche Peptone übergehen.

Dyspepton. Dyspepton. Mit diesem Namen bezeichnet Meissner einen, bei der künstlichen Verdauung des Caseïns, in der Lösung allmählich entstehenden feinflockigen Niederschlag, der sich auf dem Filter zu einer weissen, zusammenhängenden, fast durchscheinenden Masse zusammenlegt. Dieser Körper ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löst sich schwer in mässig concentrirten Säuren, und giebt an Aether eine ansehnliche Menge Fett ab.

Einen ähnlichen Körper erhielt Meissner bei der künstlichen Verdauung des Blutfibrins und überzeugte sich bei späteren, gemeinschaftlich mit de Bary angestellten Untersuchungen, dass das Dyspepton nichts anderes ist, als ein Theil des Parapeptons, welches durch gesteigerte und lange fortgesetzte Einwirkung der künstlichen Verdauungsflüssigkeit, immer schwerer in verdünnten Säuren löslich und endlich darin unlöslich wird. Die Parapeptone der verschiedenen Albuminate verhalten sich in dieser Beziehung verschieden. Caseïnpepton wird am leichtesten unlöslich, nächstdem Fibrinpepton; bei diesen Albuminaten scheidet sich daher schon während eines gewöhnlichen, nicht absichtlich weiter fortgesetzten Verdauungsversuchs ein sogenanntes Dyspepton aus.

Aus der sauren Lösung, wie sie vom Dyspepton des Blutfibrins abfiltrirt wird, scheidet sich bei der Neutralisation, der noch nicht für verdünnte Säuren unlöslich gewordene Rest des Parapeptons aus. Wird das neutrale Filtrat mit Essigsäure wiederum stark angesäuert, so scheidet sich das Metapepton aus und beim Erwärmen noch ein zweiter ebenfalls intermediärer Körper. In der Flüssigkeit sind nun noch die Peptone, bei künstlich verdautem Blutfibrin drei verschiedene, als a- b- und c-Pepton bezeichnete. Alle drei sind leicht löslich in Wasser und verdünnten Säu-

ren. Das a-Pepton wird durch concentrirte Salpetersäure gefällt und durch Blutlaugensalz aus sehr schwach essigsaurer Lösung; das b-Pepton wird nicht gefällt durch concentrirte Salpetersäure, wohl aber durch Blutlaugensalz, jedoch erst nach bedeutend stärkerem Ansäuern mit Essigsäure; c-Pepton endlich wird weder durch concentrirte Salpetersäure noch durch Blutlaugensalz gefällt. Metapepton und der zuerst sich aus der neutralen Lösung beim Erwärmen abscheidende Körper gehen bei fortgesetzter Digestion in b- und c-Pepton über.

Ausser diesen genannten Körpern enthält die Verdauungslösung des Hühnereiweisses noch zwei extractive stickstoffhaltige Körper (Meissner). Der eine dieser beiden Körper giebt mit alkalischer Kupferlösung eine sehr schön rothe, wenig ins Violette ziehende Färbung (Reaction von Piotrowsky auf Albuminate, vgl. S. 119). Der andere giebt mit salpetersaurem Quecksilberoxyd dieselbe schöne rothe Lösung wie Tyrosin und Meissner hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Reaction wirklich von vorhandenem Tyrosin herrühre.

Pflanzliche Albuminate verhalten sich bei der künstlichen Verdauung den thierischen vollkommen analog (de Bary). Leim (Glutin) wird durch künstlichen Magensaft mit 0,2 Proc. Salzsäure auch nach 24stündiger Einwirkung nicht wesentlich verändert. Chondrigene Knorpel dagegen gaben rasch eine opalisirende Lösung, in welcher ein Körper von den Eigenschaften des Glutins und ein Kupferoxydsalze reducirender nicht gährungsfähiger, sich aber sonst wie Traubenzucker verhaltender nachgewiesen werden konnte (Meissner, Kirchner). Bei längerer Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit mit höherem Säuregehalt auf Leim geht die Gelatinirungsfähigkeit desselben verloren (de Bary, Metzler).

Momente, von welchen die Geschwindigkeit der Verdauung der Albuminate abhängig ist.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Lösung und Umwandlung der Albuminate durch künstliche Verdauungsflüssigkeit erfolgt, ist abhängig: a) von der Art und dem Aggregatzustande derselben; b) von dem Gehalt der Verdauungsflüssigkeit an Pepsin und Säure; c) von der Natur der letzteren; d) von der Menge der Albuminate, welche in einem bestimmten Volumen Verdauungsflüssigkeit, bereits aufgelöst wurden; e) von der Temperatur.

Coagulirte Albuminate werden rascher umgesetzt wie nichtcoagulirte, Caseïn rascher wie die übrigen Albuminate. Salzsäure wirkt besser wie Milchsäure, diese besser wie andere Säuren. Bei Anwendung von Salzsäure, nimmt mit dem Anwachsen des Säuregehaltes bis zu einer gewissen Grenze, die lösende Kraft der Mischung erst zu, dann aber wieder ab. Innerhalb enger Grenzen des Säuregehaltes kommt der künstlichen Verdauungsflüssigkeit ein Maximum der Verdauungsfähigkeit zu. Das für die Verdauung günstigste Verhältniss zwischen Labsaft und Säure, ist für die verschiedenen Albuminate ein verschiedenes. Frisches Blutfibrin verlangt 0,8 bis 1 Säure auf 1000 Thle. Verdauungsgemisch (Brücke). Coagulirtes Albumin 1,2 bis 1,6 Säure auf 1000 Thle. Verdauungsgemisch (Brücke). Kleber und Caseïn scheinen ein ähnliches Verhältniss zu bedürfen wie Blutfibrin (Koopmans, Meissner).

Nachstehende Tabellen erläutern die Geschwindigkeit der Auflösung von frischem Blutfibrin und von gekochtem Eiweiss, bei verschiedenem Gehalte von 1000 Thln. Verdauungsflüssigkeit an freier Säure, wie sie Brücke bei seinen Verdauungsflüssigkeiten beobachtete. Die Zahlen geben das Säureverhältniss für 1000 Thle. Verdauungsflüssigkeit. Sie sind nach der Zeit geordnet, in welcher die Auflösung beendet war. Die Reihen beginnen mit derjenigen Mischung, welche am raschesten löste.

Blutfibrin	Coagulirtes Albumin.
0,86	1,60
0,44	3,21
1,66	0,80
2,04	6,41
2,90	12,82
3,70	20,04
0,22	
4,48	

Auch von dem Pepsingehalte des Verdauungsgemisches, ist die Geschwindigkeit der Auflösung bis zu einem gewissen Grade abhängig. Im Allgemeinen genügen zur Auflösung minimale Quantitäten Pepsins. Weniger wie 1 Thl. Pepsin auf 60,000 Thle. angesäuerter Verdauungsflüssigkeit genügt, um Stücke geronnenen Albumins bei Blutwärme in wenig Stunden vollständig zu lösen. Frerichs löste mit 1,2 Thln. Labdrüsenextrat 100 Thle. trockenen geronnenen Albumins. Beschleunigt wird die Auflösung durch eine Steigerung des Pepsingehaltes, jedoch wächst dieselbe nicht in dem Verhältniss, wie die Zunahme des Pepsingehaltes, so dass es scheint, als ob durch fortgesetzte Vermehrung des Pepsins die Lösungsgeschwindigkeit alsbald auf ein Maximum geführt werde, über das hinaus sie nicht noch weiter durch einen Pepsinzusatz erhöht werden kann (Brücke). Auch scheint es, als ob die Verdauungskraft des Gemisches durch einen Pepsingehalt beeinträchtigt werden könne, der im Verhältniss zum Säuregrad zu hoch ist (Meissner).

Ueber den Einfluss des Pepsingehaltes von Verdauungsgemischen auf die Schnelligkeit der Verflüssigung von Albuminaten (Blutfibrin) geben die aus seinen Untersuchungen von Brücke entworfenen Tabellen ebenfalls Aufschluss. Das Verdauungsgemisch enthielt 0,1 Proc. Säure. Die Verdauungsgemische enthielten verschiedene Mengen von Pepsin. Der Pepsingehalt der zweiten Probe war doppelt so gross, wie jener der ersten Probe, der dritten doppelt so gross, wie der der zweiten, u. s. f. War aber die Pepsinmenge der ersten Probe x, so war die der zweiten $2\ x$, u. s. f.

I.		II.	
Pepsingehalt	Verdauungszeit	Pepsingehalt	Verdauungszeit
x	45 Minuten	x	45 Minuten
$2\ x$	30 „	$2\ x$	20 „
$4\ x$	20 „	$4\ x$	15 „
$8\ x$	20 „	$8\ x$	10 „

Von zwei Proben flüssigen Albumins, die mit gleich viel Säure, aber ungleich viel Pepsin versetzt werden, wandelt sich die, welche weniger Pepsin enthält, rascher um als die andere.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Auflösung der festen Albuminate in einer beschränkten Menge künstlicher Verdauungsflüssigkeit vor sich geht, nimmt mit der fortschreitenden Verdauung ab, indem einerseits die Säure wegen der in Lösung gegangenen Albuminate mehr und mehr unwirksam wird und anderseits auch das Pepsin allmählich seine Wirksamkeit einbüsst. Da die Peptone durch ein ausserordentliches Diffusionsvermögen ausgezeichnet sind, so gelingt es mittelst der Dialyse leicht, sie von dem Pepsin zu trennen. Die auf dem Dialysator zurückbleibende Pepsinlösung, auf ihre frühere Concentration und auf ihren ursprünglichen Säuregrad gebracht, zeigt nun die verdauende Kraft in unvermindertem Grade. Innerhalb gewisser Grenzen nimmt die Schnelligkeit der Auflösung mit der Temperatur zu. Am beschleunigendsten scheint eine zwischen 35 bis 45° C. liegende Temperatur zu wirken.

Man hat Grund zur Annahme, dass die Vorgänge bei der natürlichen Verdauung, im Wesentlichen dieselben sind, wie jene bei künstlichen Verdauungsversuchen, insofern nämlich dabei nur Pepsin und freie Säuren in Frage kommen: allein durch den im Magen wohl niemals ganz fehlenden Speichel und Schleim und durch die sofortige Resorption des bereits Verdauten, endlich durch die Bewegung der lebenden Organe, werden dieselben jedenfalls vielfach modificirt.

Theorie der Pepsinwirkung. Die Erfahrung lehrt, dass Pepsin allein für sich, keine verdauende Wirkung ausübt und dasselbe gilt von der Säure; vielmehr ist Pepsin und freie Salzsäure dazu erforderlich und zwar in einem geeigneten Verhältnisse. Diese wohlconstatirte Thatsache liegt der C. Schmidt'schen Theorie der Pepsinwirkung zu Grunde, der zu Folge die Verdauung durch eine gepaarte Säure: die Pepsinchlorwasserstoffsäure, bewirkt würde. Diese gepaarte Säure verbände sich bei der Verdauung, mit den Albuminaten zu löslichen Verbindungen, deren Verdauung, demnach in der Menge der vorhandenen Pepsinchlorwasserstoffsäure eine Grenze fände. Dass ein künstliches Verdauungsgemisch, durch welches nicht mehr verdaut wird, auf Zusatz freier Salzsäure wieder ihr verdauendes Vermögen erlange, erklärte C. Schmidt dadurch, dass durch die zugesetzte Salzsäure die Pepsinchlorwasserstoffsäure aus ihrer Verbindung mit dem verdauten Körper ausgeschieden würde und so ihre früheren Eigenschaften wiedererlange, während die zugesetzte Salzsäure nun mit der verdauten Substanz eine lösliche Verbindung eingehe. Diese Theorie fand seiner Zeit wenig Beifall, neuerdings aber hat man sich ihr wieder mehr zugewendet. Dafür, dass die Verdauung das Product einer gleichzeitigen Einwirkung des Pepsins und der Chlorwasserstoffsäure ist, spricht auch eine von G. Meissner gemachte Beobachtung, welche von ihm mit Recht zu Gunsten der Schmidt'schen Hypothese gedeutet wird: wenn flüssiges Eieralbumin

in Salzsäure von 0,2 Proc. Säure eingetragen wird und man lässt die salzsaure Lösung einige Zeit stehen, so beobachtet man, dass bei der Neutralisation derselben ein grosser Theil des Albumins als unlösliches herausfällt, während durch Sieden eine Coagulation nicht stattfindet, vorausgesetzt, dass die Lösung einige Zeit gestanden hatte. Diese Wirkung ist proportional der Dauer der Einwirkung der Salzsäure. Dieselbe Umwandlung von löslichem in unlösliches Albumin, geht fast plötzlich vor sich, wenn man die salzsaure Lösung einigemale aufkocht, wobei sie sich sichtlich nicht verändert. Diese Wirkung der verdünnten Säure wird aber auffallend herabgesetzt, beziehungsweise aufgehoben durch die Gegenwart von Pepsin in der Lösung. Wurde eine rasch bereitete Lösung von Eiweiss in Salzsäure von 0,2 Proc. Säure in zwei Portionen getheilt, die eine davon mit Pepsinlösung versetzt und dann beide Lösungen 10 Minuten lang bei 50° C. digerirt, so zeigte sich in der Lösung ohne Pepsin, ein grosser Theil in bei der Neutralisation Herausfallendes verwandelt, während in der mit Pepsin versetzten Portion durch Neutralisation gar keine, oder eine nur sehr unbedeutende Fällung entstand. Als Verdauungsferment konnte hier das Pepsin der Kürze der Zeit wegen nicht in Betracht kommen. Die neueste Form, in welche man die Schmidt'sche Hypothese gekleidet hat, unterscheidet sich von der ursprünglichen hauptsächlich darin, dass man nun annimmt, die Pepsinchlorwasserstoffsäure gebe bei der Verdauung an die Albuminate die Salzsäure ab, welche in statu nascendi die ersteren in Peptone verwandele, während das frei gewordene Pepsin bei Zutritt neuer Salzsäure wieder wirksam werde. Das Pepsin würde demnach gemäss dieser Theorie, die Rolle des Stickoxyds bei der Schwefelsäurefabrikation spielen. In dieser Form erklärt die Hypothese alle wichtigeren Erscheinungen bei der Verdauung, vor Allem die Thatsache, dass eine und dieselbe Menge Pepsin bis ins Unbegrenzte immer neue Mengen von Albuminaten, unter geeigneten Bedingungen, in Peptone zu verwandeln vermag, sie erklärt fernerhin, weshalb eine neutrale Pepsinlösung unwirksam ist und weshalb die Säure neben dem Pepsin ganz andere Wirkungen zeigt, als wenn sie allein wirkt (W. Kühne).

Eine Hypothese zu sein würde diese Theorie aber erst aufhören, wenn der Beweis der chemischen Existenz der Pepsinchlorwasserstoffsäure geliefert wäre, der aber bisher noch nicht geliefert ist.

Brücke's Methode zur Bestimmung des Pepsins.

Brücke's Methode zur Bestimmung des Pepsins in Verdauungsflüssigkeiten. Um eine Vorstellung von dem relativen Gehalt einer Flüssigkeit an Pepsin zu gewinnen, kann man folgenden von Brücke ersonnenen Weg einschlagen: man ermittelt die Zeit, welche die Volumeinheit einer sehr verdünnten Lösung mit dem Säuregehalt von 0,1 Proc. bedarf, um einen Würfel aus geronnenem Albumin von bekannten Dimensionen zu lösen. Diese Pepsinlösung dient als Normalflüssigkeit und ihr Pepsingehalt wird = 1 gesetzt. Um zu bestimmen, um wie viel reicher eine andere Flüssigkeit an Pepsin ist, verdünnt man ein bekanntes Volumen derselben, so lange mit Säure von 0,1 Proc. Säuregehalt, bis die Volumeinheit den bekannten Albuminwürfel wieder gerade so rasch auflöst, wie

lie Normallösung. Das Volumen verdünnter Säure, welches man zur Volumeinheit der verglichenen Lösung setzen musste, um ihre Verdauungskraft auf diejenige der Normallösung herabzudrücken, giebt an, um wie viel mal der Pepsingehalt der ersten Lösung den der Normallösung übertrifft.

Quantitative Zusammensetzung des Magensaftes.

Quantitative Zusammensetzung.

Quantitative Analysen des Magensaftes sind mehrfach angestellt, und zwar ebensowohl beim Menschen wie bei Thieren, doch beziehen sich dieselben keineswegs auf absolut reine Secrete, da der Speichel bei ihrer Gewinnung entweder gar nicht, oder doch nur unvollkommen eliminirt wurde. Physiologische Aufschlüsse von Bedeutung haben überhaupt diese quantitativen Analysen nicht gegeben. Wir stellen einige derselben tabellarisch zusammen:

Bestandtheile für 1000 Theile	Mensch. speichelhalt. Mittel aus 2 Analysen. C. Schmidt	Hund. C. Schmidt		Schaf. Schmidt	Pferd. Frerichs.
		Mittel aus 9 Analys., speichelfrei	Mittel aus 3 Analys., speichelhaltig		
Wasser	994,40	973,0	971,2	986,15	982,8
Feste Stoffe	5,60	27,0	28,8	13,85	17,2
Organische Stoffe	3,19	17,1	17,3	4,05	9,8
Chlornatrium	1,46	2,5	3,1	4,36	
Chlorkalium	0,55	1,1	1,1	1,52	
Chlorcalcium	0,06	0,6	1,7	0,11	
Chlorammonium	—	0,5	0,5	0,47	7,4
Freie Salzsäure	0,20	3,1	2,3	1,23	
Phosphorsaurer Kalk		1,7	2,3	1,18	
Phosphorsaure Magnesia	0,12	0,2	0,3	0,57	
Phosphorsaures Eisenoxyd		0,1	0,1	0,33	

Für den menschlichen Magensaft berechnet Marcet 0,253 Proc. freie Salzsäure und Lehmann fand in sechs Versuchen im Magensafte mit Knochen gefütterter Hunde 0,98 bis 1,32 pr. mille Salzsäure, im Rückstande aber noch ausserdem 3,2 bis 5,85 freier Milchsäure.

Ueber die Veränderungen, welche die quantitative Zusammensetzung des Magensaftes unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Bedingungen erleidet, hat man keine Kenntniss.

Bildung des Magensaftes. Magensaftbereitung.

Magensaftbereitung.

So wie die Secretion des Speichels, steht auch jene der Labdrüsen unter dem Einflusse der Nerven und es erfolgt die Ausstossung ihres

Saftes reflectorisch, auf Reizung der sensibeln Nerven der Schleimhaut, sei es durch Nahrungsstoffe oder Gewürze, sei es durch feste Körper (Kitzeln mit einer Federfahne bei mit Magenfisteln versehenen Thieren oder Menschen u. s. w.).

Die chemische Zusammensetzung des Magensaftes zeigt deutlich, dass derselbe als ein eigenthümliches Secret betrachtet werden muss und zwar geht das Pepsin aus den Labdrüsen hervor. In diesen ist es nach den Versuchen Brücke's bereits in reichlicher Menge enthalten und zwar als neutraler Körper (Frerichs, Brücke). Es kann nicht bezweifelt werden, dass es in den Labdrüsen selbst gebildet wird, wie dies aber geschieht, welche chemische Vorgänge dabei stattfinden, ist gänzlich unaufgeklärt. Ebenso wenig entschieden ist es, wie das neutrale Pepsin aus den Labzellen als saure Flüssigkeit in den Magen gelangt. Da das Pepsin nach den Versuchen von Brücke und Meissner viel leichter durch angesäuertes Wasser ausgezogen werden kann, wie durch reines Wasser, so ist es wahrscheinlich, dass das Pepsin bei der Bildung des Magensaftes im Organismus, durch eine saure Flüssigkeit gelöst wird und dann als Magensaft in die Magenhöhle gelangt. Woher stammt aber diese saure Flüssigkeit? Constatirt ist, dass die saure Reaction des Magens auf die Oberfläche der Labdrüsen beschränkt ist; die Schleimdrüsen des Pylorus reagiren in frischem Zustande schwach alkalisch. — Brücke glaubt aus seinen übrigens nur theilweise positiven Versuchen schliessen zu dürfen, dass auch die Säure bereits im Innern der Drüsen gebildet wird. Wenn aber dieses auch der Fall ist, so muss sie nach ihrer Bildung rasch aus der Drüse gestossen werden, da die vorsichtig ausgeschnittenen Drüsenkörner des, selbst mit saurer Flüssigkeit gefüllten Magens, häufig neutral oder nur schwach sauer reagiren. Nach zahlreichen und umsichtigen Beobachtungen dürfen wir nicht daran zweifeln, dass wenigstens in den meisten Fällen und wahrscheinlich nur unter gewissen oben erörterten Bedingungen nicht, die freie Säure des Magensaftes Salzsäure ist; freie Salzsäure kann aber unmöglich anders als durch Zerlegung von Chlormetallen entstehen. Es ist vorläufig unmöglich, sich darüber Rechenschaft zu geben, wodurch diese Zerlegung erfolgt.

Brücke's Hypothese über die Bildung der freien Säure.

Brücke hat die Meinung ausgesprochen, dass im Leben, im Innern der Labdrüsen Kräfte thätig sein müssen, die die Säuren nach der einen, die Basen nach der anderen Richtung treiben, so dass die Säuren nach der Magenoberfläche gelangen, während sich die Basen nach der entgegengesetzten Richtung bewegen. Die die Säuren und Basen trennenden Kräfte, vermuthet Brücke in Nervenwirkungen wurzelnd, sofern feststeht, dass die Secretion sauren Magensaftes unter dem Nerveneinflusse stattfindet; sowie Nerv im Zusammenhang mit Muskel dessen elektromotorische Eigenschaften plötzlich ändert und dabei bedeutende mechanische Kräfte zur Wirksamkeit bringt, wie ferner Nerv im Zusammenhange mit gewissen anderen Geweben dieselben plötzlich in kräftige elektrische Apparate verwandelt, so würden Nerven in Verbindung mit den Labdrüsen die

Fähigkeit besitzen, die Säuren nach deren innerer Oberfläche, die Basen nach der entgegengesetzten Richtung hin zu bewegen. Diese Hypothese kann sich auf keine Thatsachen stützen, die von besonderem Belang wären, denn es handelt sich hier einfach um einen Vorgang der Elektrolyse und Beweise dafür, dass durch Nerveneinwirkung chemische Verbindungen und insbesondere Salze elektrolytisch zerlegt werden, fehlen gänzlich. Eine andere unerledigte Frage ist die, wohin die freigewordenen Basen der zerlegten Chloride gelangen. Nach Marcet würde das Natrium im Harne wieder erscheinen, dessen saure Reaction zur Zeit der Verdauung abnehmen soll (Bence Jones). Meissner hat aber mit Recht darauf hingewiesen, dass es näher läge, das freie Alkali des pankreatischen Saftes von dieser Quelle abzuleiten. Man hat die Frage aufgeworfen, woher es komme, dass bei Secretion des Labdrüsensaftes ohne gleichzeitiges reichliches Vorhandensein von Verdauungsmaterial, keine Selbstverdauung des Magens stattfinde; eine solche findet aber wirklich statt, wie das constante Vorkommen von Peptonen und halb zerstörten Labdrüsenelementen im Magensafte beweist, aber dieser Process wird beschränkt durch die beständige Zufuhr alkalischen Bildungsmaterials aus den Ernährungssäften. Wird durch Unterbindung der Blutgefässe des Magens, diese Zufuhr aufgehoben, so geht, wie Pavy durch sinnreiche Versuche an Thieren gezeigt hat, die Selbstverdauung während des Lebens über die sonst gezogene Schranke hinaus. Die operirten Thiere bekommen dann perforirende Magengeschwüre.

Die Versuche, aus denen M. Schiff folgern wollte, dass die Labdrüsen sich nur bei Gegenwart bestimmter Stoffe im Körper oder Blute (peptogene Stoffe) mit Pepsin „laden“ und dass die Schleimhaut verhungerter Thiere keinen wirksamen künstlichen Magensaft liefere, sind ungenügend das zu beweisen, was sie beweisen sollten und zum Theile selbst experimentell widerlegt (Domenie).

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung. Ueber diese sich noch einmal des Breiteren zu ergehen, erscheint vollkommen überflüssig. Dass jedoch dem Magensafte nicht ganz die Aufgabe der Verdauung zufällt, ergiebt sich aus seiner Indifferenz gegen gewisse Bestandtheile der Nahrungsmittel; auch werden wir sehen, dass selbst Albuminate in der Wirklichkeit zum Theil seiner Function entgehen und mit Beihülfe anderer Säfte gelöst werden.

Literatur zur Chemie des Magensaftes: Lehmann: Lehrb. der phys. Chem. 2te Aufl. Bd. II, S. 35; Derselbe: Zoochemie. Heidelberg, 1858. S. 24. — C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, S. 356, 625. — Frerichs: Artikel Verdauung im Handwörterbuch der Physiologie. S. 779. — Bidder und Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel u. s. w. S. 29. — Cl. Bérnard: Leçons de physiologie expériment. Paris 1856. — C. Schmidt: Annal. der Chem. u. Pharm. XCII, 42. — Hübbenet: Disquisit. de succo gastrico, Dissert. Dorpati 1850. — Schwann: Müller's Archiv 1836. 901. — Grünewaldt: Arch f. physiol. Heikunde. XIII, 459. — Succi gastrici humani indoles, Dorpati Dissert. 1853. —

Schröder: Succi gastrici humani vis digest., Dissert. Dorpati 1853. — F. Smith: Journ. de Physiologie. I, 146. — Knoop Coopmans: Arch. f. holländ. Beiträge Bd. I. S. 1, — Meissner: Zeitschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. VII, VIII, X, XIV, 303. — Meissner u. Büttner: ebend. XII, 46. — Thiry: ebendas. XIV, 78. — E. Brücke: Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XXXVII, 131. ebendas. XLIII, 1862. 601. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. X, 144. — M. Schiff: Arch. d. Heilkunde. II, 229; Mittheil. der Berner naturf. Gesellsch. 1861. Nr. 488. 489. — Metzler: Beiträge zur Lehre von der Verdauung des Leims u. s. w., Dissert. Giessen. 1860. — Marcet: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXX, 250. — Derselbe: Journ. of. the chem. society. 1862. 407. — Corvisart: Compt. rend. 1862. II, 62; Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXV, 126. — Lussana: Journ. de la Physiol. 1862. 282. — Lossnitzer: Einige Versuche über die Verdauung der Eiweisskörper u. s. w., Dissert. Leipzig 1864. — v. Wittich: Königsberg. med. Jahrbücher III, 196. — de Bary: Physiol. chem. Untersuch. über Eiweisskörper u. Leimstoffe., Dissert. Tübingen 1864. – Domenie: eenige proeven ter toetsing van Schiff's theorie over de pepsine-vorming. Dissert. Gröningen 1863. — F. Pavy: Gazette médicale 1864. 220. — W. Kühne: Lehrb. d. physiol. Chem. 1866. S. 24.

IX. Chemie der Galle.

Begriffsbestimmung.

Unter Galle im gewöhnlichen Sinne begreift man die in den grösseren Lebergängen und der Gallenblase enthaltene Flüssigkeit. Dieselbe ist ein Gemenge des Secretes der Leberzellen und des Schleims der Schleimdrüsen, der die Lebergänge und die Gallenblase auskleidenden Schleimhaut. Die äusseren Charaktere und gewisse Grundeigenschaften der Galle zeigen zwar bei den verschiedenen Thierclassen im Wesentlichen viele Uebereinstimmung, allein selbst in qualitativ-chemischer Beziehung, noch mehr aber in quantitativer, bedeutende Abweichungen. Dies gilt namentlich von dem Verhältnisse der in der Galle vorkommenden Gallensäuren. Zudem beziehen sich die ausführlicheren und gründlicheren Untersuchungen über die Galle nur auf jene des Ochsen und des Schweines, da namentlich vom Menschen frische Galle und zwar in grösserer Menge zu erhalten, sehr schwierig, wo nicht unmöglich ist, so dass unsere Kenntnisse der chemischen Verhältnisse der Galle noch bedeutende Lücken darbieten.

Wir werden die physikalischen Charaktere der Galle der verschiedenen Thierclassen sowie ihr allgemeines chemisches Verhalten collectiv zusammenfassen, bei der Aufzählung der chemischen Bestandtheile der Galle aber die verschiedenen Thierclassen gesondert abhandeln.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere.

Die Farbe der Galle ist gelb, grünlich, schön grün (bei den Vögeln), braungrün (Ochsengalle), endlich gelbbraun, oder theerartig schwarz.

Ihre Farbe wechselt namentlich in der Leichengalle der Menschen, vom Blassgelben bis zum Schwarzen und passirt innerhalb dieser Grenzen durch alle Farbennuancen. Auch ihre Consistenz ist sehr verschieden; im Allgemeinen fadenziehend und beim Umschütteln seifenwasserartig schäumend, ist sie zuweilen vollkommen theerartig (bei menschlichen Leichen), zuweilen aber auch wieder sehr dünnflüssig. Demgemäss schwankt natürlich auch ihr specifisches Gewicht. Das mittlere specifische Gewicht der Menschengalle dürfte innerhalb der Grenzen 1,026 bis 1,032 liegen. Der Geruch der Galle ist ein eigenthümlich-bitterlicher, welcher bei der Ochsengalle mit einem gewissermaassen aromatischen gepaart ist, während bei der Menschengalle dieser aromatische Beigeruch fehlt. Ihr Geschmack ist stark und nachhaltig bitter, bei der Ochsengalle gepaart mit einem süsslich-aromatischen Nachgeschmack, ihre Reaction auf Pflanzenpapiere im frischen Zustande neutral, oder schwach alkalisch. Sie enthält keine wesentlichen Formbestandtheile; die Epithelien und feinkörnigen Moleküle, welche sich bei längerem Stehen aus ihr absetzen, gehören den Ausführungsgängen und den Gallenwegen an. Sedimente von Cholesterin bilden sich in seltenen Fällen in der Menschengalle. Wird die Galle unter Luftzutritt längere Zeit sich selbst überlassen, so geht sie eine eigenthümliche Zersetzung ein: die Gallengährung, die auch ihre physikalischen Charaktere modificirt; sie wird missfarbig, es bilden sich an ihrer Oberfläche, sich immer wieder erneuernde infusiorielle Häutchen, ihr Geruch wird stinkend, ihre Reaction alkalisch und es zeigen sich unter dem Mikroskope Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia und phosphorsaurem Kalk. In einem weiteren Stadium der Zersetzung und bei niedrigerer Temperatur, wird die faulende Galle sauer und es bilden sich Sedimente von Gallenpigmenten und fetten Säuren.

Chemische Bestandtheile der Galle im Allgemeinen.

Chemische Bestandtheile der Galle im Allgemeinen.

Die in der Galle verschiedener Thiere überhaupt, nachgewiesenen normalen chemischen Bestandtheile sind folgende:

Wasser, Taurocholsäure, Glykocholsäure, Hyotaurocholsäure, Hyoglykocholsäure, Taurochenocholsäure (alle diese Säuren theils an Natron, theils an Kali gebunden), Cholin, Gallenfarbstoffe, Cholesterin, Fette (Palmitinsäure- und Oelsäureglycerid), Seifen (palmitinsaure und ölsaure Alkalien), Glycerinphosphorsäure (Lecithin), Schleim (von der Gallenblase und den Gallengängen stammend), anorganische Salze: Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaures und kohlensaures (?) Natron, phosphorsaurer Kalk und Bittererde, geringe Mengen von Eisen, Mangan und Kieselerde.

Nicht constante Bestandtheile:

Traubenzucker, denselben beobachteten Frerichs und Stokvis in der Menschengalle; er ist aber keineswegs als ein normaler Be-

standtheil der Galle anzusehen und möglicherweise, wie Cl. Bérnard glaubt, da, wo er gefunden wurde, erst durch eine nach dem Tode eingetretene Diffusion aus der Leber in die Galle gelangt; Albumin wurde in der Galle von Embryonen zuweilen gefunden.

In der Galle unter Umständen auftretende Bestandtheile, welche als Zersetzungsproducte der normalen anzusehen sind:

Choloidinsäure, Cholsäure, Dyslysin, Taurin, Ammoniak.

Eigentliche Fäulnissproducte der Galle sind:

Ammoniak, schweflige Säure, flüchtige Fettsäuren (Essigsäure, Valeriansäure), schwefelsaures Natron, Schwefelammonium, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, phosphorsaurer Kalk.

Chemische Constitution der Galle.

Ochsengalle.

Ochsengalle. Die unzersetzte Ochsengalle besteht im Wesentlichen aus glykocholsaurem und taurocholsaurem Natron, sonach aus den Natronsalzen zweier Säuren, die beide stickstoffhaltig sind und von denen die eine, ausserdem noch Schwefel enthält. Die Glykocholsäure enthält die Elemente des Glycins und der Cholsäure minus 2 Aeq. Wasser, die Taurocholsäure die Elemente des Taurins und der Cholsäure minus 2 Aeq. Wasser.

Die Ochsengalle enthält ausserdem Cholesterin, Cholin, Fette, Gallenfarbstoffe, Schleim und die oben aufgeführten anorganischen Salze.

Menschengalle.

Menschengalle. Die Menschengalle enthält taurocholsaures und glykocholsaures Natron. Nach E. Bischoff würde der Gehalt an glykocholsaurem Natron überwiegen, nach älteren Angaben wäre das Gegentheil der Fall. Im Uebrigen enthält sie, wie die Ochsengalle Cholesterin, Fette, Gallenblasenschleim, Gallenfarbstoffe (hauptsächlich Bilirubin) und dieselben anorganischen Salze wie die Ochsengalle und häufig Spuren von Kupfer.

Schweinegalle.

Schweinegalle. Die Schweinegalle enthält hyoglykocholsaures und sehr wenig hyotaurocholsaures Natron. Im Uebrigen dieselben Bestandtheile wie die Ochsen- und Menschengalle. Die Hyoglykocholsäure enthält die Elemente des Glycins und der Hyocholsäure minus 2 Aeq. Wasser, die Hyotaurocholsäure die Elemente des Taurins und der Hyocholsäure minus 2 Aeq. Wasser. Ausserdem fand Strecker in der Schweinegalle Cholin und Glycerinphosphorsäure (aus Lecithin? Protagon? entstanden) und phosphorhaltiges Fett.

Hundegalle.

Hundegalle. Dieselbe enthält nur taurocholsaures Natron neben den übrigen mit anderen Gallen übereinstimmenden Bestandtheilen (Hoppe-Seyler).

Schafsgalle. Es sind darin taurocholsaures und glykocholsaures Natron nachgewiesen, doch waltet darin erstere Verbindung vor. Die sonstigen Bestandtheile die gleichen wie bei den übrigen Gallen.

Schafsgalle.

Gänsegalle. Die Gänsegalle enthält chenotaurocholsaures Natron, aber wahrscheinlich noch das Natronsalz einer anderen, der Paracholsäure der Ochsengalle ähnlichen Gallensäure, einen weissen, in Nadeln krystallisirenden, neutralen, in Salzsäure und Kalilauge unlöslichen Körper und die Glyceride vorwiegend flüssiger Fettsäuren. Im Uebrigen die gleichen Bestandtheile, wie die übrigen Gallen (Heintz u. Wislicenus).

Gänsegalle.

Fischgalle. Die Galle von Fischen (untersucht von Acipenser, Gadus morrhua, Pleuronectes maximus, Esox Lucius, Perca fluviatilis, Silurus) enthält fast nur taurocholsaure Alkalien, doch scheinen darin auch geringe Mengen von glykocholsauren Salzen vorzukommen (Scherer, Schlossberger). Da die Galle der Seefische fast nur Kali und beinahe kein Natron enthält, so müssen darin die Gallensäuren als Kalisalze enthalten sein, während die Galle der Süsswasserfische Kali und Natron und letzteres in überwiegender Menge führt und daher wahrscheinlich neben taurocholsaurem Kali überwiegend taurocholsaures Natron enthält (Strecker). Diese Vertheilung des Kalis und Natrons ist merkwürdig. Auch in der Galle der Schildkröten fand Wetherill (bei Emys geographica und Emys insculpata) Kali und Natron und zwar ersteres überwiegend ebensowohl bei der Süsswasserschildkröte (Emys geographica) wie bei der Seeschildkröte (Emys insculpata).

Fischgalle.

Schlangengalle. Die Galle von Schlangen (untersucht von Boa Anacondo, Python vittatus und Python tigris) scheint nach den Untersuchungen von Schlieper und Schlossberger, nur taurocholsaures Natron zu enthalten.

Schlangengalle.

Galle des Känguruhs. Nach der Untersuchung von Schlossberger, gehört die Galle des Känguruhs zu den schwefelärmsten Gallen, sie enthält daher wenig taurocholsaure Salze; ob die sonst darin vorkommende Säure, wie es allerdings wahrscheinlich wäre, Glykocholsäure ist, wurde nicht ermittelt.

Galle des Känguruhs

Abnorme, unter pathologischen Verhältnissen in der Galle auftretende Bestandtheile.

Harnstoff (nach Nierenexstirpation, Cholera, Morbus Brighti), Milchsäure (in saurer Galle), Leucin und Tyrosin (bei Typhus), Blut und Eiter, Zucker (bei Diabetes mellitus) (Neukomm). Albumin findet sich in der Galle von Thieren, nach Einspritzung von so viel Wasser in die Venen, dass der Urin eiweisshaltig wird.

Von dem Körper von aussen zugeführten Stoffen, gehen nach den vorhandenen Beobachtungen folgende in die Galle nach kürzerer oder längerer Zeit über: Antimon, Arsenik, Kupfer, Jodkalium, Ferrocyankalium und Zink. Nach Cl. Bérnard geht in die Venen injicirter Zucker in die Galle über, nach den Versuchen von Mosler erst dann, wenn dem Blute extreme Zuckermengen zugeführt werden; Rohrzucker geht verhältnissmässig leichter in die Galle über wie Krümelzucker.

Allgemeines chemisches Verhalten der Galle.

Allgemeines chemisches Verhalten der Galle.

Normale Galle, wie bereits erwähnt, neutral oder sehr schwach alkalisch, gerinnt nicht beim Kochen, zeigt aber während des Abdampfens eine ähnliche Erscheinung wie die Milch, sie überzieht sich nämlich mit einer Haut, die sich nach dem Abnehmen wieder erneuert. Wird die frische Galle mit Alkohol oder Essigsäure vermischt, so scheidet sich ein mehr oder weniger durch Gallenfarbstoff tingirter Schleim ab; die durch Alkohol von Schleim befreite frische Galle aber, wird mit Ausnahme jener der Schweine, durch Essigsäure und andere organische Säuren nicht gefällt. Die von Schleim befreite Galle setzt auf Zusatz von Salz- und Schwefelsäure einen harzartigen Körper ab, der in Wasser sich wieder löst. Vermischt man die Galle mit wenig Schwefelsäure und überlässt sie in gelinder Wärme einige Zeit der Ruhe, so bedeckt sich die Oberfläche der Flüssigkeit mit feinen Krystallen, die aus Talgsäure und Palmitinsäure (bei der Ochsengalle) bestehen sollen. Der durch Ausziehen mit Alkohol, von Schleim befreite Gallenrückstand, lässt sich durch Knochenkohle vollständig entfärben und giebt mit Aether einen pflasterartigen Niederschlag, der sich bei längerem Stehen in sternförmig gruppirte weisse Nadeln verwandelt. Dampft man dagegen die alkoholische Lösung bis zur Trockne ab, so bleibt ein weisser amorpher Rückstand, der in Wasser und Alkohol vollkommen löslich ist, an Aether aber nur geringe Mengen von Fett und Cholesterin abgiebt. Auch dieser Rückstand verwandelt sich, wenn er bei 110 bis 120° C. getrocknet worden ist, beim Uebergiessen mit Aether nach einiger Zeit in seidenglänzende Krystallnadeln (Gemenge von glyko- und taurocholsaurem Natron).

Setzt man zur Galle Bleizuckerlösung, so entsteht ein anfangs schleimiger, gefärbter Niederschlag, der sich bei ruhigem Stehen sehr zusammenzieht; er besteht aus Schleim, Farbstoff und glykocholsaurem Bleioxyd. Das Filtrat reagirt sauer und giebt mit Bleiessig einen flockigen Niederschlag: basisch glykocholsaures und taurocholsaures Bleioxyd, der bald pflasterartig wird und die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit giebt auf Zusatz von Ammoniak von Neuem einen geringen Niederschlag und es bleibt ein kleiner Theil der organischen Substanz der Galle in Lösung.

Alle bis jetzt untersuchten Gallen zeigen die Pettenkofer'sche Gallenreaction.

Wird Galle mit Salzsäure gekocht, so zerfällt sie in Choloidinsäure, Taurin und Ammoniak: erstere verwandelt sich nach sehr langem Kochen, in eine unlösliche harzartige Substanz: das Dyslysin. Durch Behandlung mit Alkalien liefert sie Cholsäure. Durch die Fäulniss: die Gallengährung, werden dieselben Zersetzungsproducte erhalten: Cholsäure, Choloidinsäure, Taurin und wahrscheinlich als secundäres Zersetzungsproduct des Glycins, Ammoniak. Wird die Fäulniss länger unterhalten und beobachtet, so erleidet das Gallenpigment Veränderungen und schlägt sich theilweise nieder, es zerfällt endlich auch das Taurin und zwar in schwefelsaures Natron und schweflig- oder unterschwefligsaure Verbindungen. Auch flüchtige Säuren werden bei der Fäulniss der Galle gebildet, namentlich Essig- und Valeriansäure. Während des Lebensprocesses, wird auf dem Wege durch den Darmcanal ein Theil der Galle in Choloidinsäure, Dyslysin, Taurin und Ammoniak zerlegt.

Schweinegalle giebt mit krystallisirtem schwefelsauren Natron in hinreichender Menge versetzt, einen flockigen Niederschlag von hyoglykocholsaurem Alkali. Der Niederschlag ist in Wasser wieder leicht löslich. Andere Gallen geben diesen Niederschlag nicht (Hoppe-Seyler).

Schüttelt man die Galle von Menschen oder fleischfressenden Thieren mit Chloroform, so geht ein Theil des Cholesterins und Bilirubins in Lösung, und scheidet sich, nach dem Verdunsten der Chloroformlösung in Krystallen aus.

Gereinigte Galle soll die Fähigkeit besitzen, Stärke in Zucker zu verwandeln und Rohr- sowie Traubenzucker, bei Gegenwart von Galle leicht in Milchzucker übergehen (Nasse). Von anderer Seite aber werden gegen diese Beobachtungen Zweifel geltend gemacht (W. Kühne). Die Angabe, dass der in gereinigter Galle aufgelöste Zucker keine Veränderung erleide, während die gewöhnliche Blasengalle ihn in Milchsäure umsetze (Meckel, Schiel), erscheint ebenfalls noch näherer Begründung bedürftig. Die Blutkörperchen des Menschen, der Säugethiere und der Vögel, werden von gereinigter Galle gelöst. Frische Hammelsgalle löst freie Fettsäuren (Stearinsäure, Palmitinsäure) in ziemlicher Menge auf, namentlich bei längerem Schütteln und Erwärmen, indem die Fettsäuren die Natronsalze der Galle zerlegen, Seifen bilden und die Gallensäuren dafür in Freiheit setzen; Oelsäure scheint dieses Vermögen nicht zu besitzen (Marcet). Für neutrale Fette besitzt die Galle jedenfalls nur ein höchst unbedeutendes Lösungsvermögen, wohl aber besitzt sie die Fähigkeit, Fett zu emulsioniren und verändert die Adhäsionsverhältnisse zwischen öligen Flüssigkeiten und wässerig-feuchten Membranen. Galle und gallensaure Salze haben nämlich zu Oel eine grössere Adhäsion, als Wasser. Durch eine mit Galle benetzte Membran geht Oel ohne allen Druck hindurch. Mit Salzsäure angesäuerte Galle zeigt diese Wirkung in noch

höherem Grade. Cholesterin löst gereinigte Galle in nicht unerheblicher Menge auf. Auch auf Albuminate übt die Galle entweder kein oder nur ein höchst unbedeutendes, durch ihren Wassergehalt bedingtes Lösungsvermögen aus, doch verzögert sie die Fäulniss derselben und besitzt demnach antiseptische Eigenschaften.

Wenn man Blasengalle mit Ozon behandelt, so wird dieselbe durch rasche Oxydation ihrer Farbstoffe, bald vollständig entfärbt, die Gallensäuren selbst werden aber nicht angegriffen. Behandelt man dagegen Galle bei Gegenwart von freiem Alkali mit activem Sauerstoff, so werden auch die eigenthümlichen Gallenstoffe allmählich vollständig verbrannt.

Quantitative Zusammensetzung der Galle.

Quantitative Zusammensetzung.

Ueber die quantitative Zusammensetzung, ebensowohl der Menschengalle, als auch der Galle verschiedener Thiere liegen zahlreiche Untersuchungen vor, allein begreiflicherweise sind nur sehr wenige Analysen mit der Galle gesunder Menschen angestellt, da es nur seltene Fälle sind: plötzlicher Tod aus traumatischen Ursachen, Hinrichtungen u. dgl., wo sich das Material zu solchen Untersuchungen darbietet.

Methode der Analyse.

Die bei Analysen gewöhnlich in Anwendung kommende Methode, wurde zuerst von Frerichs angegeben und ist in ihren wesentlichen Grundzügen folgende:

Die Bestimmung des Wassers und der festen Stoffe der Galle, geschieht durch Abdampfen einer gewogenen Menge Galle im Wasserbade und Trocknen des Rückstandes im Luftbade bei 110 bis 120° C., so lange noch Gewichtsabnahme stattfindet. Der getrocknete Rückstand ist = den fixen Stoffen der Galle, der Gewichtsverlust, welchen die Galle durch das Abdampfen und Trocknen erlitten hat, = dem Gewicht des Wassers.

Zur Bestimmung der Fette wird der Gallenrückstand in einem erwärmten Mörser fein zerrieben, ein Theil davon in ein genau gewogenes Glaskölbchen gebracht, genau gewogen und im Glaskölbchen so lange mit Aether extrahirt, bis derselbe nichts mehr aufnimmt. Die gesammelten ätherischen Auszüge, werden in einem gewogenen hochwandigen Becherglase verdunstet. Der Rückstand, welchen sie hinterlassen, ist = dem Gewichte der Fette und des Cholesterins, kann aber möglicherweise auch gewisse in Aether lösliche Zersetzungsproducte der Galle (Cholsäure) enthalten. Er muss daher mit wässerigem Weingeist behandelt und der weingeistige Auszug ebenfalls abgedampft werden. Bleibt ein Rückstand, so ist dieser zu wägen und von dem Rückstand des Aetherauszuges bei der Berechnung des Fettes abzuziehen. Zur Bestimmung des Gallenblasenschleimes wird der entfettete im Glaskölbchen befindliche Gallenrückstand, so lange mit kochendem starken Weingeist behandelt, als derselbe noch etwas aufnimmt, die alkoholischen Auszüge durch ein bei 100° C. getrocknetes und gewogenes Filter filtrirt und endlich der vollkommen erschöpfte Rückstand auf selbes gebracht, mit heissem Alkohol ausgewaschen, bei 100° C. getrocknet und gewogen; nach Abzug des bekannten Gewichtes des Filters, erhält man jenes des Schleims mit etwas Farbstoff.

Das alkoholische Filtrat verdunstet man in einer gewogenen Schale und trocknet den Rückstand im Luftbade so lange bei 120° C., als derselbe noch an

Gewicht abnimmt. Der Rückstand ist = tauro- und glykocholsaurem Natron mit Farbstoff.

Zur Bestimmung der feuerbeständigen Salze verwendet man einen Theil des bei der Wasserbestimmung erhaltenen Gallenrückstandes, oder man dampft eine eigene gewogene Quantität Galle ab und verfährt bei der Einäscherung des Gallenrückstandes genau so wie bei der Blutanalyse angegeben ist.

Hoppe-Seyler trennt in der alkoholischen Lösung des Gallenrückstandes die Gallensäuren von Fett und Cholesterin, durch Behandlung mit viel Aether, wodurch erstere gefällt werden, während Cholesterin und Fett gelöst bleiben. Zur genaueren Trennung der letzten beiden verseift Hoppe-Seyler den Rückstand des Aetherauszuges (Cholesterin + Fett) mit Kali und schüttelt die Seife mit Aether, welcher das Cholesterin allein daraus aufnimmt. Oder man bestimmt den Gehalt des vorher gewogenen Gemenges von Cholesterin und Fett, in der Aetheralkohollösung desselben mittelst des Polarisationsapparates.

Eine Trennung und Bestimmung der Glyko- und Taurocholsäure im Gemenge beider, gründet Hoppe-Seyler darauf, dass beide Säuren durch Kochen mit Kali in Cholsäure und Taurin resp. Glycin vollkommen gespalten, Taurin und Cholsäure aber durch weiteres Erhitzen mit Kali nicht verändert werden und darauf, dass durch Aether gefällte Cholsäure in Wasser so gut wie unlöslich ist. Man bestimmt die Circumpolarisation in der alkoholischen Lösung der Gallensäuren, verdampft zur Trockne, behandelt den Rückstand mit Kalilauge im zugeschmolzenen Rohre, fällt die gebildete Cholsäure durch Salzsäure, verwandelt sie in die krystallisirte und in Wasser wenig lösliche Modification, durch Behandlung mit Aether, wäscht mit Wasser, löst in Alkohol und trocknet und wägt die auskrystallisirte Cholsäure. In der wässerigen salzsauren Flüssigkeit, welche von der ausgefällten Cholsäure abfiltrirt ist, bestimmt man den Schwefelgehalt durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali und Salpeter, als schwefelsauren Baryt. Da der Schwefel nur von dem Taurin resp. von der Taurocholsäure abstammt, erfährt man so die Menge der Taurocholsäure und der davon abstammenden Cholsäure. Ein Ueberschuss der direct bestimmten Cholsäure muss dann auf Glykocholsäure bezogen werden. 100 Thle. schwefelsauren Baryts entsprechen 220,86 Thln. Taurocholsäure; 100 Thle. Taurocholsäure entsprechen 79,22 Thln. Cholsäure; 100 Thle. Cholsäure entsprechen 113,98 Thln. Glykocholsäure.

Die Circumpolarisation bietet eine Controle dieser analytischen Methode dar. Ist a die beobachtete Drehung in Graden für gelbes Licht bei $0{,}1^m$ langer Schicht, m der berechnete Gehalt an Taurocholsäure, so ist n, der Gehalt der Flüssigkeit an Glykocholsäure:

$$\frac{100 \,.\, a - m \,.\, 25{,}3^0}{27{,}6^0}$$

$25{,}3^0$ ist die specif. Drehung der an Natron gebundenen Taurocholsäure in alkoholischer Lösung für gelbes Licht, $27{,}6^0$ jene der Glykocholsäure.

Menschengalle.

Zusammensetzung der normalen Menschengalle. Es sind im Ganzen nur sechs Analysen von Menschengalle bekannt geworden, die man als von gesunden Individuen stammend zu betrachten, genügende Veranlassung hat. Zwei davon wurden von Frerichs, die übrigen vier von mir ausgeführt. Die gewonnenen Zahlen sind folgende:

Bestandtheile für 1000 Theile	Frerichs		Gorup-Besanez			
	I. 18jähr. Mann Tod durch Sturz	II. 22jähr. Mann Tod durch Verwundung	III. 49jähr. Mann enthauptet	IV. 29jähr. Weib enthauptet	V. 68jähr. Mann Tod durch Sturz	VI. 12jähr. Knabe Tod durch Verwundung
Wasser	860,0	859,2	822,7	898,1	908,7	828,1
Feste Stoffe	140,0	140,8	177,3	101,9	91,3	171,9
Gallensaure Alkalien	72,2	91,4	107,9	56,5	73,7 (Gallensaure Alkalien, Fett, Cholesterin)	148,0 (Gallensaure Alkalien, Fett, Cholesterin)
Fett	3,2	9,2	47,3 (Fett, Cholesterin)	30,9 (Fett, Cholesterin)		
Cholesterin	1,6	2,6				
Schleim mit Farbstoff	26,6	29,8	22,1	14,5	17,6	23,9
Anorg. Salze	6,5	7,7	10,8	6,3	—	—

Den Kochsalzgehalt der normalen Menschengalle fand Frerichs zu 2,0 bis 2,5 pr. m.

Aus diesen Analysen ergiebt sich zur Genüge, dass die quantitative Zusammensetzung der Blasengalle eine sehr wechselnde ist, wie das von vornherein kaum anders zu erwarten war.

Galle von Thieren.

Zusammensetzung der Galle von Thieren. Vollständigere Analysen über die Galle von Thieren liegen verhältnissmässig wenige vor. Meist wurden nur der Wassergehalt und der Gehalt an anorganischen Salzen bestimmt. Nachstehende Tabelle enthält einige solcher Analysen zusammengestellt:

Bestandtheile für 1000 Theile	Ochsengalle. Berzelius	Schweinsgalle. Gundelach u. Strecker	Fischgalle (Silurus) Schlossberger	Schlangengalle (Python tigr.) Schlossberger	Gänsegalle. Marsson	Känguruhgalle. Schlossberger
Wasser	904,4	888,0	944,8	904,2	800,2	858,7
Feste Stoffe	95,6	112,0	55,2	95,8	199,8	141,3
Gallensaure Salze	80,0 (Gallensaure Salze, Fett)	83,8	36,3	84,6	170,6	75,9
Fett		22,3	2,3	0,3	3,6	10,9
Schleim mit Farbstoff	3,0	5,9	14,8	8,9	25,6	43,4
Anorganische Salze	12,6	—	—	2,0	—	11,1

Schwefelbestimmungen der Galle des Menschen und verschiedener Thiere.

Schwefelbestimmungen.

Da die Galle nach übereinstimmenden Beobachtungen, keine oder höchstens Spuren von schwefelsauren Salzen führt, so muss der in der Asche der Galle in der Form schwefelsaurer Alkalien gefundene Schwefel von schwefelhaltigen Gallenbestandtheilen abstammen. Die bisher bekannten schwefelhaltigen Gallensäuren sind die Taurocholsäure, die Hyotaurocholsäure und die Chenotaurocholsäure. Die beiden letzteren sind, soviel man bis jetzt weiss, der Schweins- und Gänsegalle allein eigenthümlich, alle übrigen Gallen aber scheinen Taurocholsäure mit oder ohne Glykocholsäure zu enthalten. Man kann daher aus dem Schwefelgehalt des Alkoholextractes der Galle, den Gehalt derselben an Taurocholsäure, oder eventuell an Hyo- oder Chenotaurocholsäure schätzen, da der Schwefelgehalt dieser Säuren festgestellt und aus ihrer Formel zu ersehen ist. In diesem Sinne sind die nachstehenden Schwefelbestimmungen der Galle verschiedener Thiere von Werth und besonders auch deshalb, weil sie meist auch Aufschluss darüber geben, ob neben Taurocholsäure auch noch Glykocholsäure vorhanden ist. Die Reihe ist nach dem absteigenden Schwefelgehalte geordnet:

Thiere	Gereinigte u. bei 110° C. getrocknete Galle. Schwefel in Proc.	Beobachter
Gans	6,34	Marsson
Boa Anacondo . .	6,24	Schlieper
Hund	6,21	Bensch
Python Tigris . .	6,04	Schlossberger
Fuchs	5,96	Bensch
Bär	5,84	"
Hammel	5,71	"
Fische	5,55	"
Ziege	5,20	"
Wels	5,12	Schlossberger
Wolf	5,03	Bensch
Huhn	4,96	"
Kalb	4,88	"
Ochs	3,58	"
Känguruh	2,47	Schlossberger
Mensch	1,46	E. Bischoff u. Lossen
Schwein	0,33	Bensch

Die für den Menschen gegebene Zahl ist das Mittel aus acht Bestimmungen, deren Maximum 2,99, deren Minimum 0,83 war. Die Zahlen beziehen sich auf nicht gereinigte Galle. Dadurch wird der aus ihnen gezogene Schluss, dass die Menschengalle vorwiegend glykocholsaures Natron enthalte, was mit älteren Angaben im Widerspruche steht, schwankend.

In der Galle von Gadus morrhua fand Strecker 5,66 Proc., in jener von Pleuronectes maximus 5,91, von Esox Lucius 5,77, von Perca fluviatilis 5,99 Proc. Schwefel.

Taurocholsaures Natron enthält 6 Proc., taurocholsaures Kali 5,8 Proc. Schwefel.

Zusammensetzung der Gallenasche.

Gallenasche.

Es liegt nur eine einzige, nach Rose's Methode ausgeführte genauere Analyse der Asche der Ochsengalle vor. Doch ist aber auch in dieser Analyse nach Rose's eigener Angabe, in Folge des angewandten Verfahrens die Schwefelsäure zu gering gefunden.

In 100 Theilen Gallenasche durch Verdampfen und Verkohlen von Ochsengalle, sowie sie aus der Blase kam, wurden gefunden:

Chlornatrium	27,70
Kali	4,80
Natron	36,73
Kalk	1,43
Magnesia	0,53
Eisenoxyd	0,23
Manganoxyduloxyd	0,12
Phosphorsäure	10,45
Schwefelsäure	6,39
Kohlensäure	11,26
Kieselsäure	0,36

Verschiedenheiten der Zusammensetzung der Galle unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Verschiedenheit der Zusammensetzung unter physiologischen Bedingungen.

Unsere Kenntnisse über die Zusammensetzungsänderungen der Galle, unter verschiedenen physiologischen Bedingungen sind sehr gering und beziehen sich zudem noch meist auf Versuche an Thieren. Sie beruhen endlich nicht nur auf einer ziemlich schmalen Basis von Beobachtungen, sondern beziehen sich überdies auch nur auf den Gehalt der Galle an Wasser und an festen Stoffen überhaupt.

Einfluss des Geschlechtes. Die einzigen Anhaltspunkte für die Beurtheilung dieses Einflusses, geben die zwei von mir angestellten

Analysen der Galle eines hingerichteten Mannes und Weibes. Es versteht sich von selbst, dass diese zwei Beobachtungen nicht hinreichend sind, um die Frage definitiv zu erledigen. Nach den vorliegenden Beobachtungen aber wäre: die Galle von Weibern wasserreicher wie die von Männern und es wären hier von den festen Stoffen: gallensaure Salze, Schleim mit Farbstoff und anorganische Salze gleichmässig vermindert, während die Fette vermehrt wären.

Es muss übrigens noch hervorgehoben werden, dass sich dieses Verhältniss für alle angestellten (fünf) Analysen der Galle von Männern geltend macht, wie aus obigem Schema zu ersehen ist.

Einfluss des Alters. Das Alter scheint, so weit die wenigen Beobachtungen zu Schlüssen berechtigen, einen bestimmten Einfluss auf die Zusammensetzung der Galle beim Menschen nicht auszuüben.

Einfluss der Tageszeit. Nach den von Nasse an Thieren angestellten Beobachtungen, soll die bei Nacht abgesonderte Galle reicher an festen Stoffen sein, wie die bei Tage secernirte.

Einfluss des Verweilens in der Blase. Nach den von Bidder und C. Schmidt an Thieren angestellten Beobachtungen liefert die frisch abgesonderte und nicht in die Gallenblase gelangende Galle durchschnittlich 5 Proc. festen Rückstandes, während die aus der Gallenblase entnommene, je nachdem sie länger oder kürzer in der letzteren verweilt hatte, 10 bis 20 Proc. an festen Bestandtheilen enthält. Auch Nasse fand die Galle, welche bei einer Hündin durch eine Fistel abfloss, wasserreicher, wie die in der Blase enthaltene. Der Unterschied kann das Doppelte betragen.

Einfluss der Nahrung. Die aus Beobachtungen an Thieren (Bidder u. Schmidt, H. Nasse, Arnold) zu ziehenden Schlüsse über den Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Galle, sind folgende: Die festen Stoffe der Galle sind vermehrt: bei Fleischnahrung; vermindert: bei Nahrung mit Brot, reichlichem Zusatz von Wasser zu Brot- und Fleischnahrung und bei Entziehung der Nahrung.

An qualitativen Verschiedenheiten wollen Bidder u. Schmidt nachstehende beobachtet haben: Die frische Galle der Carnivoren ist gelb bis gelbbraun, die der Herbivoren dagegen grün; die Farbe der Blasengalle derjenigen Thiere, deren Lebergalle gelb oder braun ist, spielt stets mehr oder weniger in das Grüne und ist nach längerem Fasten der Thiere intensiv grün, $2^1/_2$ bis 3 Stunden nach der Nahrungsaufnahme dagegen ebenso gelb oder gelbbraun, wie die Lebergalle. Ich beobachtete an der Blasengalle grüne Färbung vorzugsweise bei Kindern.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Galle unter pathologischen Verhältnissen.

Zusammensetzungsverschiedenheiten der Galle unter pathologischen Verhältnissen.

Ueber die Zusammensetzung der Galle des Menschen bei Krankheiten wurden von Frerichs und mir zahlreiche Versuche angestellt.

Trotzdem aber erscheint es nicht rathsam, aus diesen Beobachtungen Schlüsse zu ziehen, da wir noch viel zu wenig über die Abhängigkeit der Zusammensetzung der Galle des Menschen von physiologischen Bedingungen wissen und da wir überhaupt aus allem zu schliessen berechtigt sind, dass die Zusammensetzung dieses Secretes schon unter normalen Verhältnissen grossen Schwankungen unterworfen ist. Bei dem constatirten Einflusse, welchen die Dauer des Verweilens der Galle in der Blase ausübt und bei dem Umstande, dass man Galle von Menschen, erst viele Stunden nach ihrem Tode gewinnen kann, wird der Werth der erhaltenen Zahlen noch mehr in Frage gestellt. Wir begnügen uns daher in der unten folgenden Literatur, auf die Orginalabhandlungen zu verweisen.

In einigen Fällen meiner Beobachtungen über die Zusammensetzung der Galle in Krankheiten, schied sich aus der Galle (bei Hydrothorax, Nephritis chronica, Atrophia post typhun) ein mehr oder minder reichliches Sediment von Cholesterinkrystallen aus. Derartige Krystalle scheinen sich vorzugsweise in concentrirter Galle zu bilden, wie dieselbe bei chronischen Unterleibskrankheiten, wo die Darmfunction behindert erscheint, die Regel ist. Die Galle wird in solchen Fällen in der Blase zurückgehalten, verliert hier durch Exosmose Wasser und wird dadurch immer concentrirter. In der Galle einer Tuberkulosen (Pyothorax) beobachtete ich zahlreiche Fettkugeln. Das Fett scheint überhaupt bei Colliquationskrankheiten in der Regel vermehrt zu sein, indem ich bei Typhus und Tuberkulose ausser Fettkugeln auch nicht selten bei der mikroskopischen Untersuchung, reichliche Palmitinkrystalle nachwies.

In einigen Fällen endlich, wurde die von Schleim befreite Galle durch Essigsäure gefällt und enthielt demnach Cholsäure, Choloidinsäure oder ähnliche Säuren, durch Zersetzung der Gallensäuren in der Blase entstanden.

In den Bereich der pathologischen Chemie der Galle gehören auch die

Gallensteine.

Gallensteine.

Man begreift darunter alle Concretionen, die sich aus der Galle niederschlagen. Sie kommen daher in allen Theilen des Gallenapparates vor, am häufigsten in der Gallenblase, zuweilen auch im Darmcanale.

Chemische Bestandtheile derselben.

Die chemischen Bestandtheile der Gallensteine sind: Cholesterin, Gallenfarbstoffe (Bilirubin, Bilifuscin, Biliprasin und Bilihumin), zum Theil an Kalk gebunden, verseifbares Fett (v. Planta und Kekulé), cholsaure, choloidinsaure, cholonsaure Salze, Schleim und Epithelien der Gallenblase und der Gallengänge, phosphorsaure und kohlensaure alkalische Erden, Kieselsäure, Eisen, Mangan, Kupfer und Zink.

Die menschlichen Gallensteine sind mehr oder weniger fest, lassen

sich aber alle leicht mit dem Messer schaben; ihre Form ist sehr verschieden. Bald sind sie rund oder eiförmig, bald, wenn mehrere zugleich (oft finden sich in einer Blase viele Hunderte) in einer Blase vorkommen, durch gegenseitiges Abreiben polyedrisch und facettirt. Man unterscheidet:

Arten derselben.

a) Krystallinische; sie bestehen fast ganz aus Cholesterin, zuweilen mit einem Kern aus Pigmentkalk. Sie haben einen krystallinischen, faserigen Bruch, sind nur wenig gefärbt, auf den Schnittflächen glänzend und ziemlich leicht zu pulvern. Alkohol zieht beim Kochen daraus das Cholesterin aus. Ihre Grösse schwankt zwischen der eines Taubeneies und ganz kleiner Körner.

b) Nicht krystallinische glatte, gelblich-weisse Gallensteine von seifenartigem Glanze und concentrisch-schaligem Gefüge. Sie bestehen ebenfalls vorwiegend aus Cholesterin und sind die häufigsten.

c) Gallensteine, welche aus abwechselnden Schichten von vorherrschendem Cholesterin und Gallenfarbstoff bestehen; sie sind ebenfalls sehr häufig.

d) Schwarze oder dunkelgrüne, zuweilen metallisch glänzende, oder dunkelrothbraun gefärbte Concretionen von erdigem Bruch; dieselben sind zerreiblich, nehmen durch Schaben keinen Wachsglanz an und bestehen hauptsächlich aus Bilirubinkalk; sie sind ziemlich selten.

e) Die seltensten Concretionen sind die aus phosphorsaurem oder auch wohl aus kohlensaurem Kalk bestehenden.

Zusammensetzung.

Beispiele ihrer quantitativen Zusammensetzung giebt nachstehende Tabelle:

Bestandtheile für 100 Theile	I. Chevallier	II. v. Planta und Kekulé	III. aus L. Gmelin's Lehrb.	IV. aus L. Gmelin's Lehrb.	V. Joyeux	VI. Marcet	VII. Brandes
Cholesterin	96	90,82	65	50	4	—	69,76
Gallenfarbstoff	3	0,20				—	11,38
Verseifbares Fett	—	2,02	25	35	89	—	—
Schleim	—	1,35				—	13,20
Gallenstoffe	—	0,79	3			—	5,66
Salze	—	0,28	2	8	3	100	—
Wasser	—	4,89	—	—	—	—	—

Auch bei Thieren finden sich Gallensteine. Die Rindsgallensteine bestehen aus einem pigmentkalkhaltigen Kern und darum gelagerten Cholesterinschichten, oder es sind häufiger dunkelbraune, zerreibliche, wenig consistente Pigmentconcretionen, aus Pigment und Erdsalzen bestehend.

Eine eigenthümliche, ihrer Herkunft nach unbekannte Art sind die orientalischen Bezoare (wahrscheinlich von Capra aegagrus und Antilope Dorias stammend), dieselben enthalten als Hauptbestandtheil Lithofellinsäure oder auch wohl Ellagsäure.

Bildung derselben.

Die Bildung der Gallensteine scheint, sowie die anderer thierischer Concremente, das Product mehrerer Factoren zu sein. Ihre Bildung setzt vor Allem eine Zersetzung der Galle voraus, in Folge deren, Ausscheidungen von Pigmentkalk und harzigen Gallenstoffen (Choloidinsäure, Cholonsäure etc.) stattfinden, die den Kern bilden, um welchen sich später, das überhaupt leicht sich ausscheidende Cholesterin anlagert. Bei den cholesterinarmen Steinen, bleibt es bei der Bildung der Kerne wegen geringen Cholesteringehaltes der Galle wie bei denen der Rindsgalle, oder weil die Bedingungen der Abscheidung des Cholesterins nicht gegeben sind (Thudichum).

Bildung und Metamorphosen der Galle im Organismus.

Bildung und Metamorphosen der Galle.

Da die der Galle, als solcher eigenthümlichen Bestandtheile die Gallensäuren und das Gallenpigment sind, während der Schleim von der Gallenblase und den Lebergängen stammt und sich von dem Schleime anderer Schleimhäute nicht wesentlich unterscheidet und die in der Galle vorkommenden anorganischen Stoffe, zum grössten Theile dem Schleime zugerechnet werden müssen, so ist die Frage nach der Bildung und nach den Metamorphosen der Galle im Organismus, die nach der Bildung und den Metamorphosen der Gallensäuren und des Gallenblasenschleims; diese Fragen haben wir aber bereits S. 177 u. 183 so ausführlich erörtert, dass hier darauf hingewiesen werden kann.

Physiologische Bedeutung der Galle.

Physiologische Bedeutung.

Wenn man bedenkt, dass ein so bedeutendes Organ wie die Leber, zur Gallenbereitung dient und wenn man sieht, wie die Natur für Ansammlung dieses Secrets so gut gesorgt hat, so muss man von einem auch noch so gemässigten teleologischen Standpunkte aus, es mindestens sehr unwahrscheinlich finden, dass dieser ganze Apparat zu weiter nichts dienen solle, als dazu, ein Excret zu schaffen. Auch sollte man glauben, die physiologische Bedeutung dieses Secretes, seine Rolle im Lebensprocess, müsse längst aufgeklärt sein. Dem ist aber keineswegs so. Lange Jahre hat man sich darüber gestritten, ob die Galle einfach die Bedeutung eines Auswurfsstoffs habe, oder ob sie eine bestimmte physiologische Function habe, in welchem Verhältniss sie zur Verdauung stehe u. s. w., und auch heute ist man über ihre physiologische Bedeutung noch keineswegs in vollkommener Uebereinstimmung. Während nämlich einige Physiologen ihr eine Bedeutung als Verdauungsflüssigkeit zuschreiben, indem sie sich dabei darauf berufen, dass sie Fette, wenngleich nicht in

erheblichem Maasse, zu lösen vermag, — dass sie antiseptisch wirke und auf dieser Thatsache fussend, eine ihrer Functionen darin sehen wollen, die faulige Zersetzung der Ingesta zu verhindern, — und endlich eine auch keineswegs untergeordnete Function derselben darin erblicken, dass sie die Säure des Magensaftes, welche mit den Speisen ins Duodenum gelangt, zu tilgen habe, — sprechen ihr Andere alle und jede directe Betheiligung bei den Verdauungsvorgängen ab, indem sie geltend machen, dass die lösenden Kräfte der Galle auf Nahrungsmittel sehr gering oder wohl auch = 0 sind und dass ihr Nutzen zur Lösung und Emulsionirung der Fette, schon deshalb ein nur sehr untergeordneter sein müsse, weil der pankreatische Saft diese letztere Wirkung in viel höherem Grade entfalte. Auch der Nutzen der Galle als Antisepticum sei ein illusorischer, da das Fortleben mit Gallenfisteln versehener Hunde zur Genüge beweise, dass die Fäulniss der Ingesta im Darmcanal die Ernährung nicht wesentlich beeinträchtige. Der Umstand, dass die Galle das Blut nur zeitweilig verlässt und in dieser Zwischenzeit im Darme verweilt, woraus man teleologisch die Nothwendigkeit der Galle im Darm hat ableiten wollen, ist nach der Ansicht vieler Physiologen kein Beweis für dieselbe. Ganz abgesehen davon, dass die Galle im Blute gar nicht präformirt ist, sondern vielmehr erst in der Leber, aus den Elementen des Blutes in ihrer Wechselwirkung mit den Leberzellen erzeugt wird, sei es sehr wohl denkbar, dass die Galle in der Leber nicht für den Darm gebildet werde, sondern nur ein Nebenproduct des wesentlichen Vorgangs in der Leber: der Blutbildung, sei, dass aber dieser Abfall, nachdem er im Darm theilweise verändert worden ist, ohne in irgend eine Beziehung zu dem Verdauungsprocess zu treten, ins Blut zu weiterer Theilnahme am Stoffwechsel wieder aufgenommen werde.

Bei reiflicher Würdigung der Verhältnisse lässt es sich in der That nicht verkennen, dass die Gründe, welche für eine directe Betheiligung der Galle bei der Verdauung beigebracht wurden, von geringem Gewichte sind. Anderseits aber steht Zweierlei fest: einmal, dass die Galle, ihrer Hauptmenge nach in die Circulation zurückkehrend, als ein Auswurfsstoff nicht angesehen werden kann und dann, dass sie sich zwar nur in indirecter, aber sehr wirksamer Weise an der Resorption der Fette betheiligt. Es ist durch Liebig, sowie später noch genauer durch Bidder und Schmidt erwiesen, dass der bei weitem grösste Theil der Galle, fast alles Wasser und etwa $^7/_8$ der festen Bestandtheile derselben aus dem Darme ins Blut zurückkehrt. Diese wieder aufgesogene Gallenmenge bildet demnach einen erheblichen Theil der Einnahme des Organismus, welcher keinenfalls, ohne störend in den Gang des Stoffwechsels einzugreifen, ohne Ersatz in Wegfall kommen kann. Wo dieser Ersatz durch gesteigerte Resorption von Nahrungsstoffen herbeizuführen ist, kann der nachtheilige Einfluss der Gallenentziehung compensirt werden, wo nicht, muss dieser Verlust den Tod herbeiführen (Funke). Anderseits ist es durch die Versuche von Bidder und Schmidt und ge-

nauer noch durch Wistinghausen erwiesen, dass die Galle die Resorption der Fette aus dem Darme wesentlich befördert. Es wird nämlich, wie vielfache Versuche gezeigt haben, die Resorption der Fette bedeutend beschränkt, wenn die Galle nicht in den Dünndarm treten kann, sei es, dass sie durch eine Fistel nach aussen geführt wird, oder dass der Ausführungsgang der Leber verstopft ist (Brodie, Tiedemann und Gmelin, Bidder und Schmidt). Der Beweis für die Minderung der Fettaufnahme, während des aufgehobenen Gallenzuflusses wird dadurch geführt, dass der aus dem Dünndarm kommende Chylus fettärmer und der Koth entsprechend fettreicher ist. Auf welche Weise dagegen die Anwesenheit der Galle die Fettresorption befördert, ist zunächst durch die Versuche von Wistinghausen dahin aufgeklärt, dass die Galle zu Oel eine grössere Adhäsion als Wasser besitzt, sich demnach gewissermaassen wie eine Seifenlösung verhält. Während Oel durch eine mit Wasser benetzte Membran, nur unter hohem Drucke hindurchgeht, geht es durch eine mit Galle benetzte ohne allen Druck durch. Fernerhin wirkt die Galle die Fettresorption befördend durch ihre Fähigkeit, Fett in feine Tröpfchen zu verwandeln, zu emulsioniren, wodurch die Tropfenspannung des Fettes: eines der wesentlichsten Hindernisse seiner Diffusion, herabgesetzt wird.

Für die physiologische Bedeutung der Galle ist ferner auch ihre Thätigkeit, freie Fettsäuren in reichlicher Menge aufzulösen und dieselben zu verseifen, in Betracht zu ziehen. Da nämlich der Pankreassaft die neutralen Fette zerlegt, so wird die Galle im Darm die ausgeschiedenen Fettsäuren verseifen und dadurch resorbirbar machen müssen, wozu noch kommt, dass die so gebildete Seife in noch viel höherem Grade wie die Galle selbst, die Fähigkeit besitzt, neutrale Fette zu emulsioniren (W. Kühne).

Cl. Bérnard hat zuerst die Beobachtung gemacht, dass die Galle auf, in sehr verdünnten Säuren gelöste Albuminate und auf saure Lösungen der Peptone fällend wirke. Der Niederschlag enthält Albuminate oder Peptone, Gallensäuren und wo es vorhanden war, sämmtliches Pepsin in unwirksamem Zustande. Wie Brücke gezeigt hat, genügt eine Spur von Galle, um in Verdauungsflüssigkeiten alle Pepsinwirkung aufzuheben. Diese Verhältnisse hat man allerdings in etwas stark teleologischer Weise, für den Nutzen der Galle verwerthet. Was nämlich von gelösten Eiweisskörpern im Magen nicht zur Resorption, sondern in den Darm gelange, werde hier sofort gefällt und dadurch verhindert, zu rasch den Darm zu passiren, vielmehr in Gestalt eines haftenden und bis zu den tieferen Partien des Dünndarms zu verfolgenden Niederschlags, der Wirkung der Verdauungssäfte des Darms zugänglich gemacht und gewissermaassen aufgespart (W. Kühne).

Literatur.

Literatur zur Chemie der Galle: Lehmann: Zoochemie. Leipzig 1858, S. 38 (enthält sehr vollständige Literaturangaben). — Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel.

1852. 98. — H. Nasse: Progr. Marburgi 1851: Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole. — Arnold: Zur Physiologie der Galle. 1854. — Kölliker u. Müller: Bericht über die in der physiolog. Anstalt der Universität Würzburg angestellten Versuche. 1856. — v. Wistinghausen: Experim. quaedam endosmotica de bilis in absorptione adipum neutralium partibus. Dissert. Dorpati 1851. — Frerichs: Beitr. zur phys. u. path. Chem. der Galle. Hannov. Annal. V. Jahrg. 1stes Heft. — Gorup-Besanez: Untersuchungen über Galle. Habilitationsschr. Erlangen 1846. — Stackmann: Questiones de bilis copia; Dissert. Dorpati 1849. — Lenz: De adipis concoctione et absorptione. Dissert. Dorpati 1850. — Schellbach: De bilis functione. Dissert. Dorpati 1850. — Gorup-Besanez: Prager Vierteljahrschr. Bd. IV, S. 86. — Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. CII, S. 91. — Scherer: Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würzb. VII, 269. — Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. CVIII, 66. — Wetherill: Journ f. prakt. Chem. LXXVI, 61. — Dalton: American Journal 1857. Oct. (Schmidt's Jahrb. Bd. 101, S. 31). — Marcet: Medical times 1858. Aug. — Schäfer: Wiener Zeitschrift der Aerzte. N. F. II, S. 45. — Schlossberger: Annal. d. Chem. u. Pharm. CX, 244. — Nasse: Arch. f. wissensch. Heilkunde. IV, 445. — Strecker: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXIII, 353. — Hoppe-Seyler: Journ. f. prakt. Chem. LXXXIX, 281. — Thudichum: British med. Journ. 1860. 14 Juli u. 8. Oct.; Quarterly journ. of the chem. society, Vol. XIV, p. 114; Journ. of the chem. society, 2. ser. Vol. I, p. 34, 1863. — E. Bischoff: Zeitschr. f. rat. Med. XXI, 125. — Cl. Bérnard: Leçons de physiol. experim. II, p. 422. — Städeler: Vierteljahrschr. der naturf. Gesellsch. in Zürich. Bd. VIII, 1863. — W. Kühne: Lehrb. der physiol. Chemie. 1866, S. 97. — Harley: Jaundice, its pathology and treatment. London 1863.

X. Chemie des Bauchspeichels.

Das reine Secret der Pancreas oder Bauchspeicheldrüse, sowie man es durch Anlegung temporärer (Cl. Bérnard) oder permanenter (Ludwig) Fisteln seiner Ausführungsgänge erhält, besitzt je nach der Art seiner Gewinnung verschiedene Eigenschaften.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der Bauchspeichel temporärer Fisteln stellt eine klare, zähflüssige, klebrige, farblose, intensiv alkalisch reagirende geruchlose Flüssigkeit dar, von fade salzigem Geschmack und scheidet beim Erkalten eine Gallerte ab; das Secret permanenter Fisteln dagegen ist dünnflüssiger, beim Schütteln schäumend und von geringerem specifischen Gewichte. Es scheidet beim Erkalten keine Gallerte aus.

Eigenthümliche Formbestandtheile enthält der Bauchspeichel nicht, doch beobachtet man bei der mikroskopischen Untersuchung gewöhnlich halb zerstörte Drüsenzellen (Donders).

Chemische Bestandtheile des Bauchspeichels.

Chemische Bestandtheile.

Die im Bauchspeichel nachgewiesenen chemischen Bestandtheile sind Wasser, Albumin (in seinen Reactionen vom Serumalbumin et-

was abweichend), Alkalialbuminat, Leucin, ein butterartiges Fett, verseiftes Fett, in Alkohol lösliche Extractivstoffe und anorganische Salze: Chlornatrium, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Kalk- und Bittererde, kohlensaure Kalkerde und geringe Mengen von phosphorsaurem Eisenoxyd. Cl. Bérnard giebt unter den anorganischen Bestandtheilen des pancreatischen Saftes vom Hunde auch kohlensaures Natron an. Er sowie Kröger fanden auch Chlorkalium. In dem Bauchspeichel einer Icterischen, den er aus dem stark erweiterten Drüsengange gewann, fand Hoppe Harnstoff.

Von aussen dem Organismus einverleibt, geht Jodkalium ziemlich rasch in den Bauchspeichel über, rascher als in Harn und Galle (Cl. Bérnard). Zinkoxyd wurde in einzelnen Fällen ebenfalls darin wiedergefunden (Michaelis).

Allgemeines chemisches Verhalten des Bauchspeichels.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Etwas unter 0° abgekühlt, scheidet der Bauchspeichel temporärer Fisteln eine durchsichtige Gallerte aus, in welcher der grösste Theil des gerinnbaren Albumins des Secretes enthalten ist und welche schwächer alkalisch reagirt, als die darüber stehende Flüssigkeit. Bis auf 72° C. erhitzt, scheidet er ein aus weissen Flocken bestehendes Coagulum ab, auch gerinnt er wohl ganz zu einer compacten weissen Masse (Magendie, Cl. Bérnard). Die restirende Flüssigkeit reagirt stärker alkalisch und enthält Alkalialbuminat. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Metaphosphorsäure, Essigsäure, Metallsalze, Chlor, Brom, Jod, Jodwasserstoffsäure, Gerbsäure und Alkohol bewirken Niederschläge. Der durch Salpetersäure bewirkte, färbt sich sehr bald hellgelb, dann orange. Der durch Alkohol und Methylalkohol entstehende Niederschlag löst sich in zugesetztem Wasser auf, der durch Salpetersäure entstandene, in überschüssiger Säure. Kali, Ammoniak und kohlensaure Alkalien hindern die Coagulation durch Hitze, Alkalien lösen ferner das durch Kochen oder Alkoholzusatz entstandene Coagulum wieder auf. Milchsäure, verdünnte Salzsäure, schweflige Säure, gewöhnliche Phosphorsäure bewirken keine Veränderung.

Bei mittlerer Temperatur an der Luft, geht der Bauchspeichel schon nach wenig Stunden in Zersetzung über; wenn diese Zersetzung beginnt, erlangt er die Fähigkeit, sich mit etwas Chlorwasser gemischt, rosen- bis weinroth zu färben. Bei weiterer Zersetzung verschwindet diese Reaction, dann aber bringt salpetrige Säure haltende Salpetersäure eine ähnliche Röthung hervor (Cl. Bérnard). Dabei verliert er seine Zähflüssigkeit, wird trübe und gerinnt beim Erhitzen nicht mehr, sondern wird nur etwas getrübter. Ausserdem nimmt er einen eigenthümlichen, dem des Dünndarminhalts ähnlichen Geruch an.

Das Pankreassecret und zwar temporärer und permanenter Fisteln, hat

in eminentem Grade die Eigenschaft, Stärkmehl in Zucker und zwar in Traubenzucker zu verwandeln; diese Verwandlung erfolgt beinahe augenblicklich und bezieht sich ebensowohl auf rohes als auf gekochtes Stärkmehl; eine andere fermentähnliche Wirkung desselben ist die, neutrale Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen. Diese Eigenschaften kommen auch der wässerigen Lösung, der im Bauchspeichel durch Alkohol entstehenden Niederschläge zu (Pancreasdiastase). Siedhitze, Chlorwasserstoff-, Salpeter-, Metaphosphorsäure, Quecksilberchlorid heben die Fermentwirkung auf; Essigsäure, schweflige Säure, gewöhnliche Phosphorsäure, Kali, Ammoniak schon beim Zusatz weniger Tropfen. Die durch Metallsalze, Chlor, Jodwasserstoff etc. entstehenden Niederschläge sind, ebenso wie die darüberstehende Flüssigkeit ohne Fermentwirkung.

Dagegen besitzt der durch neutrales essigsaures Bleioxyd entstehende Niederschlag ebenso, wie die darüberstehende Flüssigkeit Fermentwirkung. Strychnin-, Morphin-, Cinchoninsalze, Salicin, Amygdalin, Harnstoff, Aether, Blausäure, Galle, reine krystallisirte Galle, Magensaft beeinträchtigen die Fermentwirkung nicht. Die sich bei starker Abkühlung des Pancreassecretes (unter 0°C.) bildenden gallertigen Gerinnsel, besitzen stärkere Fermentwirkungen wie das ursprüngliche Secret. Auf Glasplatten oder in flachen Schalen, in dünnen Schichten im Vacuum trocknet der Bauchspeichel zu durchscheinenden, mundleimähnlichen Massen ein, die in Wasser aufquellen, sich klar lösen, und fast in gleichem Grade Stärke umwandeln, wie der ursprüngliche Saft.

Das zuckerbildende Ferment des Bauchspeichels isolirte Cohnheim nach derselben Methode, nach welcher er sein Ptyalin (vergl. S. 438) gewann, aus dem Infusum der Bauchspeicheldrüse von Schweinen und Hunden. Die Lösungen des Ferments enthalten kein Albuminat, sind ohne Wirkung auf Fett und auf Albuminate, führen aber Stärke sehr energisch in Zucker über.

Der Bauchspeichel temporärer Fisteln löst endlich bei Körperwärme gekochtes Albumin, Syntonin, Fibrin, gefälltes Casein, Para- und Dyspepton auf und verwandelt sie in Peptone. Saure Reaction durch Ansäuern, befördert diese Wirkung, ist aber nicht unumgänglich. Dieselbe erfolgt auch bei neutraler und alkalischer Reaction (Corvisart, W. Kühne). Die eiweissverdauende Kraft ist aber von mancherlei Bedingungen abhängig, deren Unkenntniss der Grund zahlreicher widersprechender Angaben gewesen ist. Das Secret muss einer temporären Fistel entnommen sein, denn der dünnflüssige Bauchspeichel der permanenten Fisteln ist ohne Einwirkung auf Albuminate; das Thier muss in voller Verdauung begriffen sein, wenn das Secret entzogen wird und letzteres muss endlich von einer gesunden Drüse herrühren. Wirksame Pankreasinfusa erhält man von den zerkleinerten Bauchspeicheldrüsen, 6 Stunden nach reichlicher Fütterung getödteter Thiere, durch zweistündige Digestion mit Wasser von 25° C. bis zu höchstens 30° C., oder auch nach dem sogleich näher zu besprechenden Verfahren von Danilewsky. Vor Allem muss

aber eine Bedingung erfüllt sein: die Drüse muss in voller Absonderung begriffen, sie muss geröthet sein (Meissner, W. Kühne). Das Infusum der Bauchspeicheldrüsen von solchen Thieren, die vor dem Tode nüchtern waren, übt auf Albuminate gar keine Wirkung aus (v. Wittich). Leimgebende Gewebe sollen durch das Pankreasextract ebenfalls gelöst werden.

Die Wirkung des Bauchspeichels auf Albuminate unterscheidet sich dadurch wesentlich von der des Magensaftes, dass dabei nur Peptone und keine Parapeptone gebildet werden und dass der Bauchspeichel auch ihm dargebotene Parapeptone und das Dyspepton des Caseins in Peptone umwandelt.

Danilewsky's Pankreasferment.

Ein Versuch, das peptonbildende Ferment der Bauchspeicheldrüse zu isoliren, wurde von Danilewsky gemacht. Er versetzte natürlichen Bauchspeichel, oder Bauchspeichelinfusum mit gebrannter Magnesia im Ueberschuss, filtrirte und schüttelte das Filtrat mit Collodium. Es entstand ein gallertiger Niederschlag, der mit Wasser gewaschen, getrocknet und in Alkohol-Aether wieder gelöst wurde; hierbei blieb ein gelblicher Bodensatz zurück, der an Wasser einen Körper abgab, der auf Albuminate energisch lösend (verdauend) wirkte.

Die Lösung dieses Körpers ist blassgelb, giebt mit verdünnter Salz- und Essigsäure, im Ueberschuss verschwindende Trübungen und färbt sich mit Salpetersäure nicht dunkler. In neutraler oder schwach alkalischer Lösung, soll er bei 35 bis 45° C. Fibrinflocken auflösen und in Peptone verwandeln, auf Amylum und Fette aber ohne Wirkung sein. Das Filtrat dagegen vom Collodiumniederschlage wirkt energisch zuckerbildend auf Stärke.

Lossnitzer erhielt bei der Darstellung des Pankreasfermentes nach Danilewsky alkalische Lösungen, in denen sich Fibrin und Albumin allerdings auflösten, er bestreitet aber, dass dabei Peptonbildung stattfand, sofern die Lösungen Albuminate enthielten, die durch Neutralisation ausgefällt werden konnten. Dass in demjenigen Theile des Pankreassaftes, welcher durch Collodium nicht gefällt wurde, eine Amylum in Zucker verwandelnde Substanz enthalten war, fand dagegen Lossnitzer bestätigt. Die Lösung der Widersprüche zwischen den Resultaten von Danilewsky und Lossnitzer, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Dass aber die zuckerbildende und die eiweissverdauende Fähigkeit des Bauchspeichels von zwei verschiedenen Substanzen abhängt, kann wohl als ausgemacht gelten.

Die mit Magnesia bereiteten Infusa der Bauchspeicheldrüse wirken vor der Fällung mit Collodium, auf Amylum und Albuminate.

Mit flüssigen oder leicht schmelzbaren Fetten geschüttelt, emulsionirt der Bauchspeichel dieselben sehr leicht und vollständig. Das Mikroskop weist eine ausserordentlich feine Vertheilung des Fettes nach und die Flüssigkeit scheidet auch nach Tagen keine Oelschicht ab (Eberle, Cl. Bérnard).

Der Bauchspeichel besitzt aber ausserdem noch die Eigenschaft, neutrale Fette in freie Fettsäuren und in Glycerin zu zerlegen. Wenn man frisches, stark alkalisches Pankreassecret temporärer Fisteln, mit neutralen Fetten (Olivenöl etc.) auf 35°C. erwärmt, so nimmt die anfangs stark alkalische Reaction der Emulsion rasch ab und geht in eine stark saure über. Die gleiche Wirkung zeigen Pankreasinfusa und die Drüse selbst. Uebergiesst man frisch zerschnittene Pankreasstückchen mit blauer

Lackmustinctur, setzt ein Neutralfett hinzu und erwärmt unter Schütteln auf 35°, so färbt sich die Mischung bald roth. Kochen hebt die Fähigkeit des Pankreassaftes, Fette zu zerlegen auf, die Reaction desselben ist ohne Bedeutung. Die Zerlegung erfolgt nämlich nicht nur bei alkalischer Reaction, sondern auch bei neutraler und saurer. Bei alkalischer Reaction, wie sie das normale Pankreassekret zeigt, wird ein Theil der freigewordenen Fettsäuren bei Brütwärme verseift (Berthelot).

Man kennt den Körper, welcher die Zerlegung der Neutralfette bewirkt, nicht; wahrscheinlich ist es ein drittes eigenthümliches Ferment des Pankreassecretes, denn das Amylumferment Cohnheim's und das Peptonferment Danilewsky's übt auf Fette keine Wirkung aus. Auch das mit kohlensaurer Magnesia bereitete Pankreasinfusum Danilewsky's ist wirkungslos.

Quantitative Zusammensetzung des Bauchspeichels.

Quantitative Zusammensetzung.

Da man reinen und frischen Bauchspeichel auf keine andere Weise gewinnen kann, als indem man Fisteln des Wirsung'schen Ganges anlegt, so kennt man dieses Secret überhaupt nur von Thieren genauer und es beziehen sich natürlich auch die quantitativen Analysen, nur auf Bauchspeichel von Thieren. Die genauesten Analysen sind die von C. Schmidt angestellten und zwar mit dem Bauchspeichel von Hunden und dieselben sind auch deshalb von Werth, weil sie die Abhängigkeit der quantitativen Zusammensetzung des Bauchspeichels, von der Absonderungsdauer und Absonderungsgeschwindigkeit erläutern. Wir stellen die C. Schmidt'schen Analysen im Folgenden tabellarisch zusammen:

Siehe die Tabelle auf S. 486.

Cl. Bérnard fand im zähflüssigen normalen Pankreassafte temporärer Fisteln, 90 bis 92 Proc. Wasser und 10 bis 8 Proc. feste Stoffe. Der feste Rückstand enthielt 92 bis 90 Proc. organische Stoffe und 10 bis 8 Proc. Asche, aus kohlensaurem Natron, Chlornatrium, Chlorkalium und phosphorsaurem Kalk bestehend.

Nach den Resultaten dieser Analysen findet beim Bauchspeichel ein ähnliches Verhältniss statt wie beim Mundspeichel; es nimmt nämlich der Wassergehalt des Secretes, mit der Secretionsdauer um ein Beträchtliches zu, doch hat diese Zunahme eine Grenze, jenseits welcher es keine weitere Veränderung erfährt, wie sich dies aus Beobachtungen ergiebt, die unter Ludwig's Leitung von Weinmann angestellt wurden. Bei Weinmann's Versuchen fiel der Wassergehalt von 98 auf 94 Proc., als die in der Minute abgesonderte Saftmenge von 0,5 Grm. auf 0,05 Grm. sank, er erhielt sich dagegen unverändert auf 98 Proc., als das Gewicht des in der Minute abgesonderten Saftes von 0,5 auf 2,2 Grm. stieg. Dabei kommen wie beim Mundspeichel auch beim Bauchspeichel die Differenzen vorzugsweise auf Rechnung der organischen Bestandtheile, während die Salze geringeren Schwankungen ausgesetzt sind.

Bauchspeichel von Hunden.

Bestandtheile für 1000 Theile.	Aus bleibender Fistelöffnung gewonnen.				Durch Eröffnung des Bauchspeichelganges gewonnen.	
	I.	II.	III.	Mittel.	I.	II.
Wasser	976,78	979,93	984,63	980,45	900,76	884,4
Feste Stoffe	23,22	20,07	15,37	19,55	99,24	115,6
Albumin	16,38	12,45	9,21	22,71	90,44	—
Salze	6,83	7,52	6,16	6,84	8,80	—
Natron (an Albumin gebunden)	3,818	2,858	3,249	3,31	0,58	—
Chlornatrium	1,917	3,484	2,110	2,50	7,35	—
Chlorkalium	1,008	1,059	0,738	0,93	0,02	—
Phosphorsaurer Kalk	0,051	0,100	0,051	0,07	0,41	—
Phosphorsaure Bittererde mit Spuren von Eisenoxyd	0,024	0,006	0,005	0,01	0,12	—
Phosphorsaures Natron (dreibasisches)	0,015	—	—	0,01	—	—
Kalk (an Albumin gebunden)	—	—	—	—	0,32	—
Bittererde (desgleichen)	—	0,015	0,006	0,01	—	—

Die grossen Abweichungen in den früheren Analysen des Pankreassecretes und den neueren, erklären sich daraus zur Genüge.

Erst seitdem es Ludwig's Bemühungen gelungen ist, eine Methode der Anlegung von permanenten Pankreasfisteln aufzufinden, hat man diese Verhältnisse kennen gelernt.

Ueber die Abhängigkeit der Zusammensetzung des Pankreassecretes von anderen physiologischen und von pathologischen Verhältnissen, sind Untersuchungen nicht angestellt.

Secretion und Bildung des Bauchspeichels.

Bildung.

Auch die Pankreasdrüse secernirt nicht continuirlich, sondern nur nach bestimmten Reizvorgängen, die jedoch nicht so genau studirt sind, wie die, andere Secretionen einleitenden. Reichliche Fütterung ist das Hauptmittel, die Secretion anzuregen, während das Warum nicht genügend aufgeklärt ist. Gewöhnlich sucht man es in Nervenreizung des Magens und der Darmschleimhaut, welche reflectorisch auf die Secretions-

nerven der Bauchspeicheldrüse zurückwirkt. Für eine vom Magen vermittelte reflectorische Reizung, spricht die unzweideutige Secretionsvermehrung nach Reizung der Magenschleimhaut mit Aether.

Von der fünften bis zur neunten Stunde nach der Nahrungsaufnahme, zeigt die Drüse ein geröthetes und erigirtes Aussehen und in dieser Zeit liefert sie den zähflüssigen Saft, nach neun Stunden aber ist sie blass, schlaff und liefert den dünnflüssigen Saft, wie man ihn aus permanenten Fisteln erhält. Dass der Bauchspeichel das Product der Drüsenthätigkeit sei, geht jedenfalls daraus hervor, dass der ihm eigenthümliche Fermentkörper im Blute nicht vorhanden ist. Der Chemismus, welcher dabei stattfindet, ist uns aber gänzlich unbekannt. M. Schiff hat seine Theorie der „Ladung" der Labdrüsen, auch auf das Pankreassecret ausgedehnt und glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu dürfen, dass diese Ladung durch Resorption von Peptonen aus dem Magen zu Stande komme, was mit der Absonderung des Saftes während und am Ende der Verdauung, allerdings im Einklange steht. Aus der Beobachtung, dass Milzexstirpation die verdauende Kraft des Bauchspeichels aufhebt, schliesst M. Schiff, dass auch die Milz bei der Ladung des Pankreas etwa insofern betheiligt sei, als in diesem Organe ein Theil der aus dem Magen aufgenommenen Peptone, hier zu Pankreasferment verarbeitet werde. Ausser durch Peptone soll die Bauchspeicheldrüse auch, durch vom Magen aus resorbirtes Dextrin und sogar noch stärker „geladen" werden können; diese und andere Angaben Schiff's sind übrigens theilweise so unklar und hypothetisch, dass sie mit grosser Vorsicht aufgenommen werden müssen.

Physiologische Bedeutung.

Physiologische Bedeutung.

Eine physiologische Function des Bauchspeichels, über die alle Physiologen einig sind, ist die, das Stärkmehl der in den Dünndarm gelangenden Nahrungsstoffe in Zucker zu verwandeln. Dass derselbe diese Wirkung ausüben muss, ergiebt sich einerseits aus seinem bedeutenden Saccharificationsvermögen überhaupt (nach den Versuchen von C. Schmidt wandelt 1 Grm. Bauchspeichel 4,672 Grm. Stärke in Zucker um) und dann aus dem Umstande, dass dieses Vermögen weder durch Magensaft noch durch Galle beeinträchtigt wird. Der Magensaft kann die zuckerbildende Wirkung keinesfalls hindern, da seine freie Säure durch das Pankreassecret selbst und die Galle im Darm neutralisirt wird. Im Darm von Thieren, deren Speichel durch Fisteln nach aussen geleitet wurde, fand man nach Stärkefütterung Zucker, während das Darmsecret kein Saccharificationsvermögen besitzt. Auch in abgebundenen, Bauchspeichel und Stärke enthaltenden Darmschlingen fand man Zucker. Allen Beobachtungen zufolge, ist die Wirkung des Bauchspeichels auf Stärke eine viel energischere, als die des Speichels. Eine Einwirkung des Bauchspeichels auf Albuminate, kann nach den neueren Untersuchungen von Corvisart, M. Schiff, Meissner, v. Wittich u. A. ebenfalls nicht mehr in

Abrede gestellt werden. Durch Magensaft wird die peptonbildende Wirkung des Pankreassecretes nur unterstützt, durch Darmsaft und Galle zum mindesten nicht gehindert. Ja nach Cl. Bérnard wirken Gemische von Galle und Pankreassaft besonders kräftig verdauend auf Eiweiss. Die peptonbildende Wirkung des Secretes wird sich demnach im Darme ebenso gut geltend machen können, wie in der Brütmaschine, um so mehr, als die Reaction dabei von keinem wesentlichen Einfluss und die günstigste: schwach saure, im Inhalte des Duodenums und einem Theil des Jejunums namentlich nach Aufnahme von Albuminaten gegeben ist. W. Kühne hebt hervor, dass dem Bauchspeichel auch die Function zufallen möge, die durch die Galle gefällten Albuminate und Peptone wieder aufzulösen und Parapeptone in leicht lösliche Peptone zu verwandeln. Cl. Bérnard hat als eine weitere physiologische Function des Bauchspeichels, mit grosser Entschiedenheit die betont, die Resorption der Fette zu vermitteln, wobei er sich auf die von ihm zuerst beobachtete Thatsache der Zerlegung der Neutralfette durch Bauchspeichel, auf die emulsionirende Kraft des letzteren und auf Versuche stützt, denen zu Folge, der Uebergang des Fettes in die Chylusgefässe aufgehoben sein sollte, wenn der Bauchspeichel von der Darmhöhle ausgeschlossen wurde. Gegen diese Aufstellung aber haben die meisten Physiologen Widerspruch erhoben. Frerichs, Bidder u. Schmidt und Lenz haben gefunden, dass das Pankreassecret die Fähigkeit, Neutralfette zu zerlegen, durch die Beimischung von Magensaft vollständig einbüsse und weder im Chymus noch im Chylus irgend erhebliche Mengen freier Fettsäuren nachgewiesen werden können. Endlich haben Frerichs, Bidder u. Schmidt, Lenz sowie Colin und Lassaigne bei zahlreichen Untersuchungen die Angabe Cl. Bérnard's, dass nach Elimination des Bauchspeichels keine Fettaufnahme stattfinde, nicht bestätigt gefunden, vielmehr sahen sie nach Exstirpation des Pankreas, oder nach Anlegung von, den Bauchspeichel nach aussen ableitenden Fisteln, die Aufnahme des Fettes wenig oder gar nicht beeinträchtigt. Da nun Cl. Bérnard selbst den Pankreassaft nicht mehr unumgänglich nothwendig erachtet für den Uebergang des Fettes in den Chylus, so dürfte auf diese Function ein Gewicht nicht weiter zu legen sein. Von grosser Bedeutung für die Fettverdauung erscheint, wie W. Kühne mit Recht hervorhebt, die Eigenschaft des Pankreassecretes, theils allein, theils mit der Galle aus den neutralen Fetten Seifen, d. h. fettsaure Alkalien zu bilden, die löslich und leicht diffusibel sind.

Nach C. Schmidt würde endlich der Bauchspeichel, durch seine Betheiligung am intermediären Darmkreislauf, die Bewegung der Flüssigkeiten innerhalb des Körpers mit vermitteln; auf Grund allerdings nur an Thieren gewonnener, oder hypothetischer Zahlen nimmt er an, dass die Hälfte des Wassers und $^2/_3$ der anorganischen Salze des betheiligten Blutes, binnen 24 Stunden intermediär durch die Pankreasdrüse in das Darmrohr secernirt und aus letzterem in den Kreislauf wieder aufgenommen werden, — dass über die Hälfte der vorhandenen Kochsalz-

menge sich täglich in Chlorwasserstoff und Natron spalte, von denen jene durch die Magendrüsen, dieses vorzugsweise durch das Pankreas ausgeschieden werde, um im weiteren Verlaufe des Darmrohrs vereinigt und als Chlornatrium wieder aufgesogen, den Kreislauf wieder zu beginnen.

Literatur zur Chemie des Bauchspeichels: Frerichs: Artikel Verdauung im Handwörterb. der Physiol. III, 842. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. Mitau 1852. 240. — C. Schmidt: Annal. d. Chem. u. Pharm. XCII, 33. — Kröger: De succo pancreatico. Dissert. Dorpati 1854. — Kölliker u. H. Müller: Zweiter Bericht über die phys. Anst. zu Würzburg. Würzburg 1856. — Cl. Bernard: Mémoire sur le pancreas et sur le rôle du suc pancréatique. Paris 1856. — Ed. Lenz: De adipis concoctione et absorpt. Dissert. Dorpati 1850. — A. Weinmann: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. III, p. 247. — Corvisart: Sur une fonction peu connue du Pancreas. Paris 1858. — Meissner: Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. VII, 17; Derselbe: Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg. Juli 1859. — Keferstein u. Hallwachs: Göttinger Nachr. 1858. Nr. 14. — Bérard: Gaz. méd. de Paris. 1857. Nr. 17. — Bérard et Colin: Ebendas. Nr. 30 u. Nr. 32; Gaz. hebdomad. T. V. Nr. 4. 1858. — M. Schiff: Moleschott's Unters. zur Naturlehre. II, 345. — O. Funke: Schmidt's Jahrb. XCVII. I. p. 21. 1858. — Corvisart: Göttinger Nachr. 1859. Nr. 6. — Hoppe: Arch. für path. Anat. XI, 96. — Skrebitzky: De succi pancreat. ad adip. et albuminat. vi atque effectu. Dissert. Dorpati 1859. — Corvisart: Lancet. 1859. I, p. 605. — Derselbe: Zeitschr. f. rat. Medicin. N. F. VII, p. 119; L'Union méd. 1859. Nr. 87; Compt. rend. 1859. II. Sem. p. 43. — Brinton: Dubl. quarterly journ. of med. science. 1859. Aug. 194. — M. Schiff, Schmidt's Jahrb. Bd. CV, 269; Arch. d. Heilk. II. 321; Mittheil. d. Bern. naturf. Gesellsch. 1861, S. 504; Arch. d. Heilk. III, S. 271; Mittheil. d. Bern. naturf. Gesellsch. 1862. — Corvisart: L'Union médicale 1861, Nr. 77; Gaz. médicale 1864, p. 287. — Derselbe: Collection de mémoires sur une fonction méconnue du pancreas etc. Paris 1857 bis 1863. — Leared: Gaz. méd. 1859. Nr. 46. — v. Wittich: Königsberg. med. Jahrb. III, S. 196. — van Deen: Nederlandsch Tijdschr. for Geneeskonde, 1861. S. 67. — A. Danilewsky: Arch. f. path. Anat. XXV, S. 279. — Cohnheim: ebendaselbst XXVIII, S. 251. — Lossnitzer: Einige Vers. über die Verdauung der Eiweisskörper. Dissert. Leipzig 1864. — W. Kühne: Lehrb. der physiol. Chem. Leipzig 1866, S. 111.

XI. Chemie des Darmsaftes, Darminhalts und der Excremente.

a. Darmsaft.

Unter Darmsaft versteht man nicht etwa den, je nach der Nahrung und den verschiedensten physiologischen Verhältnissen sehr verschiedenen, gemischten Inhalt des Darms, sondern das Secret der schlauchförmigen (Lieberkühn'schen und Brunner'schen) Drüsen der Darmschleimhaut. Sowie man dieses Secret bisher gewann, konnte es als ein wirklich reines nicht angesehen werden. Erst vor Kurzem aber ist von Thiry eine Methode der Anlegung von Dünndarmfisteln ersonnen wor-

Darmsaft.

den, nach welcher man reines, mit keinem anderen verunreinigtes Secret der Darmschleimhaut erhält.

Den Darmsaft von Hunden fand Thiry dünnflüssig, hell weingelb, von stark alkalischer Reaction und mit Säuren brausend. Das specifische Gewicht desselben fand er 1,0115.

Die chemischen Bestandtheile des Darmsaftes sind noch sehr wenig gekannt. Thiry fand darin eine geringe Menge eines, nach schwachem Ansäuern in der Wärme gerinnenden Albuminats und wie aus dem Aufbrausen mit Säuren es mindestens wahrscheinlich wird, kohlensaure Alkalien.

Verdauende Eigenschaften.

Gegenüber den älteren Beobachtungen von Bidder u. Schmidt und Busch, welche mit unreinem Darmsaft arbeiteten, fand Thiry, dass sein reiner Darmsaft weder Amylum in Zucker verwandelte noch Albumin verdaute. Dagegen löste er Fibrin auf, was, wie Thiry durch Controlversuche zu erweisen suchte, nicht auf das Alkali des Darmsaftes allein zurückzuführen wäre. Die Wirkung auf Fibrin wurde überdies auch von W. Kühne bestätigt und scheint die eines in alkalischer Lösung wirksamen Fermentes zu sein.

Unter den älteren Beobachtungen sind von besonderem Werthe jene von Busch, die an einem Menschen unter den günstigsten Bedingungen ihrer Beweiskraft angestellt sind. Das zu den Versuchen dienende Individuum hatte eine Darmfistel, die sich am oberen Theil des Dünndarms befand. Aus der oberen dem Magen zugewendeten Oeffnung des Darms, traten alle Flüssigkeiten, welche vom Magen und Duodenum herabströmten, vollkommen aus, so dass in das untere in den After ausmündende Darmstück auch nicht eine Spur von oben her gelangte. Die Stoffe, deren Verdauung also geprüft werden sollte, konnten demnach durch die untere Mündung des künstlichen Afters, in das mit dem Dickdarm verbundene Dünndarmstück eingeführt werden.

Aus den Versuchen von Busch, die jene von Bidder u. Schmidt u. A. an Thieren angestellten, fast durchwegs bestätigen, ergab sich, dass von dem Darmsafte, wie er sich bei den Versuchen darbot, gekochte Albuminate (Fleisch und Eier) unter Entwickelung von Ammoniak und Fäulnisserscheinungen aufgelöst wurden, rascher, wenn man sie durch den ganzen Darm wandern liess, als wenn sie in Tüllebeuteln aufgehängt waren. Gekochte Stärke ging leicht in Traubenzucker über, Rohrzucker dagegen blieb unverändert.

Aus diesen Beobachtungen kann man jedenfalls den Schluss ziehen, dass zwar nicht das reine Darmschleimhautsecret, sondern der mit Bauchspeichel u. s. w. gemischte Darmsaft, wie er eben unter normalen Bedingungen im Darme sich findet, bei der Verdauung ebenfalls noch eine Rolle spielt.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung des Darmsaftes ist nicht genau bekannt, weil seine Bestandtheile selbst qualitativ nicht genügend festgestellt sind.

Thiry fand in 1000 Theilen seines reinen Darmsaftes von Hunden:

Wasser	975,85
Albuminate	8,02
Sonstige organische Stoffe	7,34
Anorganische Salze	8,79

Die von Schmidt und Zander mit filtrirtem und nicht filtrirtem Darmsaft von Hunden angestellten Analysen, beziehen sich auf einen Darmsaft, der Pankreassecret und Galle neben anderen Stoffen beigemischt enthielt.

C. Schmidt und Zander fanden in 1000 Theilen solchen filtrirten Darmsafts des Hundes:

Wasser	965,33
Feste Stoffe	34,67
Albumin, Darmsaftferment und unlösliche Salze	9,55
Gallensaure Salze	16,57
Taurin	0,26
Fette	0,70
Extractivstoffe	3,72
Kalium	0,15
Natrium	1,45
Chlor	2,11
Phosphorsaure Erden	0,06

b. Darminhalt.

Chymus des Dünndarms. Unter Chymus im engeren Sinne, versteht man den Brei, in welchen die genossenen Nahrungsmittel in Folge der Verdauung umgewandelt werden und der ausser den verdauten Elementen der Nahrung, auch unverdaute und unverdauliche Elemente derselben und theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte, demnach im Magen Magensaft, Magenschleim und Speichel, im Dünndarm aber ausserdem noch Bauchspeichel, Galle und Darmsaft enthält.

Chymus des Dünndarms

Der Chymus des Dünndarms reagirt bald sauer, bald alkalisch, am häufigsten aber neutral (Busch). Er besteht aus festen Partikelchen, flüssigen Fetten und Gasbläschen, welche in einer wässerigen Lösung aufgeschwemmt sind; von dem Chymus des Magens unterscheidet sich der des Dünndarms dadurch, dass bei letzterem die festen Partikelchen kleiner, die Fetttröpfchen ebenfalls feiner vertheilt sind und derselbe durch beigemengte Galle gelb gefärbt ist.

Die aufgeschwemmten Massen bestehen aus unverdauten Speiseresten: Fetttropfen, Stärkekörnern, Muskelfasern, Zellengewebsfibrillen, Muskelprimitivbündeln, Knochen- und Knorpelresten, Pflanzengeweben,

Epithelialschuppen, elastischem Gewebe; ferner aus Kalkseifen, harzigen Zersetzungsproducten der Galle, Cholesterin und Schleim. Je weiter sich das Darmrohr vom Pylorus entfernt, desto mehr überwiegen die unlöslichen und unverdaulichen festen Bestandtheilen, die löslichen. Nach dem Genusse von Backwerk kommen im Inhalte des Dünndarms gewöhnlich Hefenzellen vor.

Die wässerige Lösung enthält nach Lehmann's Angaben sehr häufig Zucker und zwar Traubenzucker oder Fruchtzucker, nach dem Genusse von Rohrzucker auch diesen (Köbner, Busch), ferner Milchsäure und ihre Salze, namentlich nach dem Genusse von Amylaceïs. Die saure Reaction, welche der Chymus des Dünndarms in seinen oberen Partien, im Duodenum häufig zeigt, rührt zum Theil noch von der Säure des Magensaftes her, ist aber in den tieferen Partien, durch Milchsäurebildung und Säurebildung überhaupt, nach Aufnahme vegetabilischer Nahrungsstoffe und möglicherweise auch durch freigewordene Gallen- und Fettsäuren bedingt. Im Coecum und Colon findet zuweilen wahre Buttersäuregährung aus Stärkmehl und Zucker statt. Nach Milchgenuss und nach Fettaufnahme ist der Darminhalt gewöhnlich von saurer Reaction. Im wässerigen Auszuge des Chymus des Dünndarms findet sich ferner gewöhnlich noch unzersetzte Galle, von den Zersetzungsproducten derselben: Taurin, ausserdem Leucin, Ammoniaksalze, geringe Mengen von Albuminaten und Peptonen und lösliche Salze. Auch hat man darin nach dem Genusse von Amylaceïs geringe Mengen von Dextrin nachgewiesen.

Den Chymus, welcher aus einem 12 Zoll oberhalb der Bauhin'schen Klappe gelegenen, widernatürlichen After bei einer Frau gewonnen wurde, fand Lossnitzer nach Genuss von Milch, Brod, Mehlsuppe und wenig Fleisch, flockig, hellgelb, trübe, von saurer Reaction und beim Stehen reichlich Gas entwickelnd. Der Geruch erinnerte an jenen flüchtiger Fettsäuren. Lossnitzer wies in diesem Chymus Albumin, Peptone (?), aber keine Parapeptone, ausserdem Gallensäuren nach. Unverändertes Gallenpigment konnte er ebenso wenig wie Zucker nachweisen. Dagegen besass der Chymus die Eigenschaft, Stärke energisch in Zucker zu verwandeln. Albuminate veränderte er nicht. Aehnliches fand Braune bei einem anus praeternaturalis am unteren Theile des Dünndarms. Auch Braune vermisste den Zucker, er fand aber darin Buttersäure.

Alkohol zieht aus dem Inhalte des Dünndarms, namentlich seiner tieferen Partien, harzartige Zersetzungsproducte der Galle: Choloidinsäure, Cholsäure, Dyslysin und verändertes Gallenpigment aus. Letzteres lässt sich im alkoholischen Auszuge zuweilen noch durch, salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure nachweisen, allein meist ist es schon weiter verändert.

Inhalt des Dickdarms.

Der Inhalt des Dickdarms nähert sich, aus je tieferen Partien er genommen wurde, mehr und mehr dem wirklichen Kothe und wird

überhaupt in demselben Maasse ärmer an löslichen Bestandtheilen; lösliche Albuminate, Peptone, Zucker, unzersetzte Galle, lösliche Salze treten immer mehr zurück oder verschwinden gänzlich, die Reaction wird deutlich alkalisch und von Gallenstoffen finden sich selbst nur wenige in Alkohol lösliche Zersetzungsproducte, meist nur in Aether lösliches Dyslysin. Die unverdaulichen Speisenreste treten dagegen immer mehr in den Vordergrund. Dass übrigens der Dickdarm noch Sitz mannigfacher Gährungsvorgänge ist, ergiebt sich aus den Versuchen von Riesenfeld (Hoppe-Seyler). Zucker und Amylum, durch Klystiere in den Dickdarm von Kaninchen oder Hunden gebracht, gingen daselbst unter Bildung von Milchsäure, Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure in saure Gährung über. Injectionen von ungesalzener Butter und Eiweiss, lieferten ebenfalls flüchtige Fettsäuren. Milchsäure fand sich endlich nach Einführung von Stärke und von Milch.

Erbrochene Massen.

Erbrochenes.

Die erbrochenen Massen sind wo möglich noch complexerer Natur als der Chymus; der Natur der Sache nach enthalten sie nicht nur die Secrete der Magendrüsen und Magenschleimhaut, sowie die Flüssigkeiten des Oesophagus und Pharynx, sondern auch die Secrete des hinteren Schlundes und der Mundhöhle, sonach Magenschleim, Magensaft und Schleim der auf dem Wege liegenden Schleimhäute überhaupt, Parotiden- und Speicheldrüsensecret, ferner die Secrete des oberen Theils des Dünndarms und der in diesen sich ergiessenden Stoffe, wie z. B. Galle, endlich neben den Contentis des Magens und eines Theils des Dünndarms, Umsatzproducte der halb- oder ganz verdauten Speisen.

In Folge pathologischer Processe können sie ferner flüssiges und geronnenes Blut, Gewebsbestandtheile, eigenthümliche Pilz- und Infusorienbildungen und die mannigfachsten Zellenbildungen aus Pseudoplasmen enthalten.

Die mikroskopischen Elemente, auf die man sonach bei der Untersuchung erbrochener Massen Rücksicht zu nehmen hat, sind folgende:

Epithelialgebilde aller Art, namentlich aber Cylinderepithelien, cytoide Körperchen, Moleculargranulationen, Stärkekörner, Pflanzenzellen und Gefässe, Chlorophyllkörner, Fettbläschen und Fettzellen, Muskelfasern und Primitivmuskelbündel, glatte Muskelfasern, Bindegewebs- und elastische Fasern, gewöhnliche Gährungspilze; ferner: Körnerhaufen, kernhaltige Zellen, endogene Zellenbildungen aus Pseudoplasmen, Pigmentzellen, Blutkörperchen, Faserstoffgerinnsel, endlich Sarcina Ventriculi Goodsir. Letztere findet man am häufigsten, wenn die Speisen vor dem Erbrechen lange im Magen verweilt haben, z. B. bei Magenkrebs.

Die chemischen Bestandtheile des Erbrochenen, sind die Bestandtheile des Schleims, Magensafts und Speichels, ferner die Bestandtheile

der gerade genossenen Nahrung, letztere sonach sehr wechselnd; ferner Umsatzproducte der Nahrung, sonach: Peptone, Dextrin, Zucker, flüchtige Fettsäuren, namentlich essigsaure und buttersaure Verbindungen, Milchsäure, frei und gebunden, zuweilen auch freie Essig- und Buttersäure, — weiter Bestandtheile der Galle und zwar ebensowohl Gallensäuren als Gallenfarbstoff (Vomitus aeruginosus), Blutbestandtheile: Albumin, Fibrin, Hämatin (blutiges Erbrechen), Bestandtheile des Eiters, namentlich Pyin, endlich Harnstoff und kohlensaures Ammoniak (in der Cholera und bei Urämie).

Im Erbrochenen eines an Magengeschwür leidenden Patienten, bei Nahrung mit Kaffee, Bouillon mit Reis, Mehlsuppe, fand Schultzen ausser Dextrin, Traubenzucker, flüchtigen Fettsäuren und Milchsäure Hefenpilze und Alkohol. Die Gegenwart von Bernsteinsäure wurde wahrscheinlich gemacht. Der Alkohol konnte wohl nur das Product eingetretener geistiger Gährung des Zuckers sein. Ausserdem die gewöhnlichen anorganischen Salze, vorwiegend aber gewöhnlich Chlormetalle.

Darmgase.

Verdauungs- und Darmgase. Die im Darmcanal vor sich gehenden Processe sind, mehr oder weniger, mit Gasentwicklung verbunden, die, wenngleich unter normalen Verhältnissen sehr zurücktretend, im Magen schon beginnt (Aufstossen). Doch haben die in letzterem und auch die im Dünndarm vorkommenden Gase zum Theil auch ihren Ursprung von aussen, in der beim Kauen und Einspeicheln der Nahrung, beim Verschlucken des Speichels in den Magen gelangenden atmosphärischen Luft. Bedeutendere Gasansammlungen im Magen sind immer nur pathologischer Art.

In den im Magen enthaltenen Gasen hat man als Bestandtheile Sauerstoff, Stickstoff, Spuren von Wasserstoff und Kohlensäure nachgewiesen.

Im Gasgemenge des Dünndarms: Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff. Ausserdem wollte man auch Ammoniak im Darme aufgefunden haben. Dieselben Gase wurden im Dickdarm aufgefunden.

Die vorhandenen älteren quantitativen Analysen der im Magen und Darmcanal enthaltenen Gasgemenge, von Magendie und Chevreul angestellt, mit den Magen- und Darmgasen hingerichteter gesunder Verbrecher, jene Chevillot's von an Typhus Verstorbenen und die von Valentin mit den Magen- und Darmgasen durch Verblutung getödteter Pferde ausgeführten, endlich die Analysen der Flatus von Marchand, können aus verschiedenen Gründen nicht als annähernd wahrer Ausdruck der Zusammensetzung derselben, bei gesunden Menschen angesehen werden. Sie sind zum Theil Leichen entlehnt, oder sonst unter ihre Reinheit nicht vollkommen garantirenden Bedingungen gewonnen, zum Theil rührten sie von Thieren her, deren Ernährungsmodus einen Rückschluss auf den menschlichen Organismus kaum gestattet. Endlich stammen diese Analysen zum Theil aus einer Zeit, in der die Methoden der Gasanalyse noch

sehr unvollkommene und weit entfernt von jener Genauigkeit waren, die die gegenwärtigen gasometrischen Methoden kennzeichnet.

Neuerlichst sind von Planer und von E. Ruge Analysen der im Magen und Darmcanal sich entwickelnden Gase angestellt, die, nach exacten Methoden ausgeführt und auf rationellen Versuchsbedingungen fussend, mehrere wichtige Schlüsse zulassen.

Planer experimentirte mit Hunden, welche einige Tage hintereinander eine bestimmte Nahrung erhalten hatten. Einige Stunden nach der Mahlzeit wurden die Thiere getödtet, die Wände des Darmcanals sogleich nach Eröffnung der Bauchhöhle mit Fett bestrichen, die einzelnen Abschnitte des Darms abgebunden und dann die in den Schlingen enthaltenen Gase über Quecksilber aufgefangen; oder er brachte den Magen- und Darminhalt unmittelbar über Quecksilber, setzte ihn dann einer Temperatur von 25° bis 30° C. aus und analysirte dann die durch Gährung entstandenen Gase. Nach den Untersuchungen von Planer findet bei normaler Verdauung, Gasentwicklung im Magen nur ausnahmsweise statt; Wasserstoff wurde von ihm in den Magengasen niemals aufgefunden. Da er beobachtet hatte, dass sich bei der Gährung des Dünn- und Dickdarminhalts, eine freie Säure entwickelt hatte, auf deren Zunahme die Gährung schwächer wurde, während sie nach der Neutralisation der Säure wieder lebhafter wurde, so stellte er Versuche an, um zu ermitteln, ob die freie Säure des Magensaftes Grund der im Magen so seltenen Gasentwicklung sei. Aus diesen Versuchen ergab sich die Richtigkeit dieser Voraussetzung und zugleich, dass Zusatz von Magnesia zur Nahrung, die Bildung der Gase im Darmcanal, namentlich auch des Wasserstoffs befördert, Zusatz von Säuren sie dagegen hemmt. Diese Thatsachen könnte die praktische Medicin verwerthen. In den weiteren Stadien der Verdauung im Darmcanal, findet nach Planer bei Fleisch- und Pflanzenkost anfänglich Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff, später nur Bildung von Kohlensäure statt. Nach Fleischkost findet sich im Dickdarm Schwefelwasserstoff, nicht aber bei Pflanzenkost; bei letzterer Art der Nahrung ist die Gasentwicklung übrigens ungleich bedeutender. Sumpfgas konnte Planer niemals in den Verdauungsgasen der Hunde nachweisen.

Nachfolgende Tabellen geben die quantitativen Resultate der Planer'schen Versuche:

Versuchsbedingungen.	Magengase			Dünndarmgase				Dickdarmgase			
	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Wasserstoff	Schwefel-wasserstoff	Stickstoff
I. Fleischkost, 3 St. nach der Mahlzeit	25,2	6,1	68,7	40,1	13,9	0,5	45,5	74,2	1,4	0,8	23,6
II. Fleischkost, 5 St. nach der Mahlzeit	—	—	—	—	—	—	—	98,7	—	1,3	—
III. Brotfütterung	—	—	—	38,8	6,3	0,7	54,2	—	—	—	—
IV. Hülsenfrüchte	32,9	0,8	66,3	47,3	48,7	—	4,0	65,1	2,9	—	5,9

Im Magen wird aller Sauerstoff resorbirt und Kohlensäure tritt an seine Stelle. In der That enthalten die Dünndarmgase, wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, nur Spuren von Sauerstoff. Ihre Kohlensäure und ihr Wasserstoff stammen zum grossen Theil aus, im Darmchymus vor sich gehenden Gährungsprocessen.

Die Gährungsgase des Dickdarminhalts nach achttägiger Gährung bestanden bei Fleischkost aus 98,7 Proc. Kohlensäure und 1,3 Proc. Schwefelwasserstoff; nach 24stündiger Gährung bestanden die Gährungsgase des Dünndarms aus 80,7 Proc. Kohlensäure und 19,3 Proc. Wasserstoff, jene des Dickdarms aus 99 Proc. Kohlensäure und 1 Proc. Schwefelwasserstoff (bei Fleischkost). Bei Fütterung mit Hülsenfrüchten enthielten die Gährungsgase des Dünndarms nach 24stündiger Gährung 66,2 Proc. Kohlensäure und 33,8 Proc. Wasserstoff, jene des Dickdarms 98,1 Proc. Kohlensäure und 1,9 Proc. Wasserstoff; nach dreimonatlicher Gährung, bestand das Dünndarmgas aus 73 Proc. Kohlensäure und 27 Proc. Wasserstoff, jenes des Dickdarms nur aus Kohlensäure.

Planer ermittelte eine für die Deutung mehrerer Erscheinungen wichtige Thatsache, die, dass die Darmgase bei längerem Aufenthalt im Darm, zum Theile resorbirt werden, dass aber auch durch Rückdiffusion Gase aus dem Blute in den Darm gelangen können. Mit Wasserstoff oder Schwefelwasserstoff gefüllte Darmschlingen sah Planer nach der Reposition sehr rasch zusammenfallen, Wasserstoff wurde ins Blut diffundirt und Kohlensäure gelangte aus diesem in den Darm. Die Diffusion zwischen Blut- und Darmgasen ist eine sehr rasche, so tritt namentlich Schwefelwasserstoff ausserordentlich schnell ins Blut über. Schon 1 bis 2 Minuten nach Injection von mit dem 10fachen Volumen Wasserstoffgas verdünnten Schwefelwasserstoffgas in den Dickdarm von Hunden, traten Vergiftungserscheinungen auf. Planer wies im Blut den

diffundirten Schwefelwasserstoff nach, konnte aber selben in der exspirirten Luft nicht constatiren, während nach W. Kühne auch in dieser sich der Schwefelwasserstoff durch Schwärzung von Bleipapier leicht constatiren lässt.

Bei der Untersuchung der Gase aus dem Verdauungscanal menschlicher Leichen, deren Fäulniss durch Kälte gehemmt war, erhielt Planer nachstehende Resultate:

In 100 Vol. Gas	Magengase.		Dünndarmgase.		Dickdarmgase.		
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	III.
Kohlensäure	20,79	33,83	16,23	32,27	30,64	34,80	34,19
Wasserstoff	6,71	27,58	4,04	35,55	—	—	—
Sumpfgas	—	—	—	—	—	—	12,88
Schwefelwasserstoff	—	—	—	Spur	—	—	Spur
Stickstoff	72,50	38,22	79,73	31,63	69,36	65,20	50,20
Sauerstoff	—	0,37	—	0,05?	—	—	*2,73*

* Von hinzugetretener atmosphärischer Luft stammend.

E. Ruge hat vor Kurzem zahlreiche Analysen der dem lebenden Menschen entnommenen Darmgase ausgeführt und dabei besonders auch den Einfluss berücksichtigt, den auf ihre Zusammensetzung die Natur der genossenen Nahrungsmittel ausübt. Der Natur der Sache nach, konnte sich übrigens die Untersuchung nur auf die Dickdarmgase (Flatus) beziehen, welche direct aus dem Anus, durch ein Röhrensystem in die Recipienten geleitet wurden.

Als Bestandtheile der Dickdarmgase wies Ruge Kohlensäure, Stickstoff, Grubengas und Wasserstoff nach; Schwefelwasserstoffgas fand sich selten, selbst in sehr stark riechenden Flatus in quantitativ kaum bestimmbarer Menge, auf Sauerstoff, ölbildendes und Ammoniakgas wurde mit stets negativem Erfolge geprüft. Die von E. Ruge erhaltenen Resultate weichen von den Planer'schen vorzugsweise darin ab, dass Letzterer in den Darmgasen des Menschen nur einmal Grubengas nachweisen konnte, bei Hunden aber niemals, während nach E. Ruge Grubengas zu den normalen Bestandtheilen der Darmgase des Menschen gehört; auch Ruge vermochte übrigens in den Darmgasen des Hundes kein Grubengas nachzuweisen. E. Ruge bestätigt ausserdem die Angabe Planer's, dass Kohlensäure und Schwefelwasserstoff die Gährungsgase der Fäcalstoffe seien.

Aus den zahlreichen quantitativen Analysen der Darmgase verschiedener Versuchspersonen, ergab sich als nächstes Resultat, dass ihre

Zusammensetzung, selbst bei einem und demselben Individuum, grossen Schwankungen unterworfen sei und zwar gab sich bald als Hauptquelle der Verschiedenheit, die Art der Nahrung zu erkennen. Nachstehende Zusammenstellung der von E. Ruge ausgeführten Analysen giebt darüber Aufschluss:

	Milchnahrung.		Hülsenfrüchte.					Fleischnahrung.		
	I.	II.	I.	II.	III.	I a.	I b.	I.	II.	III.
Kohlensäure .	16,8	9,9	34,0	38,4	21,0	35,4	17,6	13,6	12,4	8,4
Stickstoff . . .	38,3	36,7	19,1	10.6	18,9	21,8	32,2	45,9	57,8	64,4
Grubengas . .	0,9	—	44,5	49,3	55,9	42,8	50,2	37,4	27,5	26,4
Wasserstoff . .	43,3	54,2	2,3	1,5	4,0	—	—	3,0	2,1	0,7

I a. und I b. beziehen sich auf ein und dieselbe Versuchsperson. I a. 48 Stunden nach dem Beginne der Leguminosendiät aufgesammelt, I b. 24 Stunden nach der ersten Aufsammlung.

Aus diesen Analysen ergiebt sich als unzweifelhaftes Resultat, dass bei Fleischnahrung, das Stickgas der bei Weitem überwiegende Bestandtheil der Darmgase ist, bei Milchnahrung, Wasserstoffgas und bei Nahrung mit Leguminosen, Grubengas. Ferner ergiebt sich, dass beim Genusse von Fleisch und Leguminosen, die Darmgase äusserst wenig oder gar keinen Wasserstoff enthalten und dass Grubengas bei Milchnahrung ganz fehlt. Die Ergebnisse der beiden an einer und derselben Versuchsperson angestellten Versuche, I a. und I b., lehren endlich, dass mit der Dauer der Kost von Leguminosen, der Gehalt an Grubengas wächst, jener an Kohlensäure dagegen abnimmt.

Wenn die Gase im Dickdarm längere Zeit zurückgehalten werden, so vermindert sich ihr Volumen ebenso wie im Dünndarm und es findet Wiederaufnahme ins Blut statt. Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass die Darmgase, soweit sie nicht direct oxydirbar sind, als solche wieder in der Ex- und Perspirationsluft erscheinen müssen. Hieraus erklärt sich zur Genüge das von Regnault u. Reiset und von Pettenkofer u. Voit constatirte Vorkommen von Wasserstoffgas in den Perspirationsgasen der Thiere. Bemerkenswerth ist die Angabe Breslau's, dass bei todtgeborenen Kindern niemals Gas in irgend einem Theil des Darmtractus vorkomme. Erst mit der Respiration beginne, unabhängig von der Nahrungsaufnahme, vom Magen her Gasentwicklung im Darmcanal.

c. Excremente. Fäces.

Excremente.

Die aus dem Mastdarm, in der Gestalt der Excremente tretenden Stoffe bestehen aus unverdauten und unverdaulichen Nahrungsresiduen und aus den im Darmcanal abgesonderten und theilweise metamorphosirten Substanzen, wie Galle, Bauchspeichel, Darmschleim und Darmsaft. Von diesen Secreten wird die Galle, wie bereits gezeigt wurde, zum grossen Theil wieder in das Blut resorbirt und nur ein geringer Theil derselben wird im Darmcanal zu harzigen und anderen Zersetzungsproducten umgewandelt und findet sich in den Excrementen; dasselbe gilt vom Bauchspeichel.

Die Excremente enthalten in wechselnden Verhältnissen Festes und Flüssiges. Das Flüssige gewinnt über das Feste um so mehr das Uebergewicht, je rascher die Speisen durch den Darmcanal gegangen sind, je mehr der aufsaugende Apparat in seiner Thätigkeit beschränkt ist, je mehr Stoffe im Darmrohr enthalten sind, die grosse Affinität zum Wasser besitzen und die mit geringer Geschwindigkeit durch die Darmwand in die Blut- und Lymphgefässe treten.

Mikroskopische Elemente.

Man findet bei ihrer mikroskopischen Untersuchung Epithelialgebilde und überhaupt die bereits oben erörterten morphotischen Bestandtheile des Schleims; letztere bei catarrhalischen Diarrhöen oft in so bedeutender Menge, dass die Stühle dadurch ein milchiges Aussehen erlangen (Chylorrhëa); man findet ferner die Elementarformbestandtheile der Nahrungsresiduen, als: Pflanzenzellen und Spiralgefässe, Stärkmehlkörner, Primitivmuskelbündel, parallelopipedische Stücke derselben gewöhnlich gelb tingirt, Bindegewebsfasern, Fettbläschen und Fettzellgewebe; in Folge pathologischer Processe im Darm und auf der Darmschleimhaut, können ferner die Excremente Gewebsbestandtheile der Membranen des Darms, Exsudatmassen, Blutkörperchen und Faserstoff, endogene Zellenbildungen u. s. w. enthalten. Infusorien und Pilze sind ferner eine ebenso wenig seltene Erscheinung in den Excrementen, als Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde.

Chemische Bestandtheile.

An chemischen Bestandtheilen hat man folgende nachgewiesen: Wasser, — geringe Mengen von Abuminaten (nicht constant), Fette (zuweilen in bedeutender Menge) von palmitinähnlicher Consistenz (Fettstühle), — Kalk- und Magnesiaseifen, — Excretin, — Cholesterin, — flüchtige Fettsäuren, worunter Buttersäure und Essigsäure, — Milchsäure, alle diese Säuren ganz oder zum Theil an Basen gebunden, — Traubenzucker (zuweilen) — gallensaure Salze (glycochol- und taurocholsaures Natron) nur dann, wenn die Speisen den Darmcanal rasch durchlaufen, bei catarrhalischen Diarrhöen, nach dem Gebrauche von salinischen Abführmitteln, bei Tuberculose und wenn reichlichere Gallensecretion stattfindet, — Gallenfarbstoff

(meist verändert), — Taurin, — Cholsäure, Dyslysin und Choloidinsäure — und anorganische Salze, worunter wenig lösliche: Chlornatrium und Chlorkalium, kohlensaure und schwefelsaure Alkalien, dagegen phosphorsaure Erden, namentlich phosphorsaure Magnesia, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, Eisen und Kieselerde. Nur wenn die Speisen den Darmcanal sehr rasch durchlaufen, gehen lösliche Salze in erheblicherer Menge mit dem Kothe ab.

In blutigen und eitrigen Stühlen finden sich ausserdem noch die Bestandtheile des Blutes und Eiters; die Excremente nach Calomelgebrauch enthalten häufig unzersetzte Galle, beinahe constant aber Schwefelquecksilber; Stühle nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten oder eisenhaltigen Mineralwassern, enthalten Einfach-Schwefeleisen.

Die Excremente beim dysenterischen und Choleraprocess sind als Darmcapillartranssudate anzusehen, die bei Dysenterie sehr reich an Albumin, bei Cholera aber sehr arm an Albumin und reich an löslichen Salzen, besonders Chloralkalien sind. Auch die Typhusstühle sind reich an Chloralkalien und enthalten lösliches Albumin.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Allgemeines chemisches Verhalten. Normale menschliche Fäces nach gemischter Kost, sind von teigartiger oder breiiger Consistenz und dunkel gelbbrauner Farbe, nach reiner Fleischkost noch dunkler, nach Milchgenuss gelb, nach dem Gebrauch von Calomel grün, von beigemengtem Schwefelquecksilber und Gallenpigment, ebenso auch grün nach Gebrauch von Eisenpräparaten und von Indigo, schwarz zuweilen nach dem Gebrauch von Eisenpräparaten, lichtgelb nach dem Gebrauch von Gummigutt, Rheum und Safran. Der Geruch der Excremente ist ein eigenthümlicher und soll nach Einigen von flüchtigen Fettsäuren herrühren. Wahrscheinlicher ist es, dass er von einem flüchtigen Körper herrührt, der sich auch bei dem Schmelzen von Albuminaten mit kaustischen Alkalien entwickelt und frappant den Geruch der Fäces zeigt.

Die Reaction der Fäces ist häufig sauer, oft aber auch neutral oder alkalisch. An Wasser, Alkohol und Aether geben die Excremente verhältnissmässig wenig ab, durch verdünnte Salpetersäure werden sie roth gefärbt. Die Auszüge sind rothbraun gefärbt und geben in der Regel weder die Reaction auf Galle noch die auf Gallenpigment.

Siedender Alkohol zieht aus den Excrementen unter anderen Stoffen auch das Excretin aus. Die alkoholische Lösung, mehrere Stunden der Ruhe überlassen, setzt ein aus Kalk- und Magnesiaseifen und aus Erdphosphaten bestehendes Sediment ab; das Filtrat davon mit Kalkmilch geschüttelt, giebt das Excretin an den Kalk ab: die Kalkverbindung mit ätherhaltigem Alkohol behandelt, giebt eine Lösung, aus welcher das Excretin allmählich auskrystallisirt. Ein heiss bereiteter Alkoholauszug enthält ausserdem noch einen ölartigen Körper von fäculentem Geruch, der durch Kalkhydrat ebenfalls gefällt wird. Man gewinnt ihn durch

Behandlung des Kalkniederschlages mit Schwefelsäure und Schütteln mit Aether. Die Lösung ist von saurer Reaction (Marcet's Excretolinsäure).

Durch Abschlämmen und Auskneten frischer, normaler Fäces unter Wasser, erhält man Flüssigkeiten, aus denen sich in der Ruhe ein krystallinisches Sediment absetzt, welches aus Krystallen von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, phosphorsaurer Magnesia ($2\,MgO, HO . PO_5 + 6\,aq.$) und scharfkantigem quarzigem Sande besteht (Reischauer).

Bei Icterus, der von Verstopfung der Gallengänge herrührt und bei Thieren, deren Galle durch künstlich angelegte Fisteln nach aussen entleert wird, sind die Excremente von schmutzig-weisser Farbe, riechen sehr faulig und enthalten mehr Fett als gewöhnlich.

Im Typhus sind sie meist flüssig, von heller Farbe, von sehr intensivem Geruch und von alkalischer Reaction. Beim Stehen setzen sie einen gelblichen schleimigen Bodensatz ab, der neben Schleim, Speiseresten u. dgl. gewöhnlich auch reichlich Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia enthält. Die Flüssigkeit über dem Sedimente enthält Albumin, viel lösliche Salze und Gallenbestandtheile.

In der Dysenterie besitzen die Excremente im Anfange noch den fäcalen Charakter; später nehmen sie die Gestalt seröser Flüssigkeiten an, und enthalten sehr viel Albumin aufgelöst, auch Gallenpigment und Gallensäuren sind zugegen.

Die Cholerastühle haben das bekannte reiswasser-ähnliche Aussehen; sie enthalten viel Epithelien (woher das opaline Aussehen) suspendirt und sind ausserordentlich reich an Chloralkalien, namentlich an Kochsalz. Die Menge des Chlornatriums beträgt oft mehr, wie die Gesammtmenge der organischen Stoffe. Auf Zusatz von Salpetersäure nehmen die Choleradejectionen (auch die Typhusstühle) eine rosenrothe Färbung an.

In den Stühlen bei einer Cholerineepidemie fand Levier Leucin (auch in den ganz frischen) und einmal auch Tyrosin.

Die hellgelben halbflüssigen Excremente der Säuglinge, enthalten sehr viel Fett und geronnenes Caseïn. Im alkoholischen Extract lassen sich in der Regel, Gallenfarbstoff und Gallensäuren nachweisen.

Quantitative Zusammensetzung der Excremente und der Asche derselben.

Quantitative Zusammensetzung.

Quantitative Analysen der Excremente werden natürlich ein sehr verschiedenes Resultat geben, je nach der Art der Nahrung, der Verdauungsthätigkeit des Individuums und der Zeit, welche die Excremente im Darme zugebracht haben. Auch ist nicht zu vergessen, dass von ge-

nauer Gewichtsbestimmung der einzelnen Bestandtheile nicht die Rede sein kann, sondern nur davon, wie viel von den verschiedenen Lösungsmitteln aus den Excrementen ausgezogen wird. Wir theilen eine ältere Analyse von Berzelius und eine neuere von Wehsarg mit (Mittel aus mehreren Beobachtungen).

Bestandtheile für 1000 Theile	Berzelius.	Wehsarg.	Von Thieren. Rogers.			
	Mensch	Mensch	Schwein	Kuh	Schaf	Pferd
Wasser	753,0	733,00	771,3	824,5	564,7	772,5
Feste Stoffe	247,0	267,00	228,7	175,5	435,3	227,5
Gallensaure Salze . . .	9,0	—	—	—	—	—
Schleim und Gallenharze	140,0	—	—	—	—	—
Albumin	9,0	—	—	—	—	—
Extractivstoffe	57,0	—	—	—	—	—
Wasserauszug	—	53,40	—	—	—	—
Alkoholauszug	—	41,65	—	—	—	—
Aetherauszug	—	30,70	—	—	—	—
Unlösliche Speisereste .	70,0	83,00	—	—	—	—
Salze im Allgemeinen .	12,0	—	85,0	26,7	58,7	30,4
Phosphorsaure Erden .	—	10,95	—	—	—	—

Je häufiger die Stühle erfolgen, um so geringer ist ihr Gehalt an festen Stoffen, um so grösser aber die absolute Menge der innerhalb einer gewissen Zeit ausgeschiedenen festen Stoffe.

Aschenanalysen.

Aschenanalysen der Excremente von Menschen wurden von Fleitmann und Porter, von Thieren von Rogers angestellt. Wir stellen sie tabellarisch zusammen.

Bestandtheile für 100 Theile Asche	Menschenexcremente		Thierexcremente			
	Porter.	Fleitmann.	Rogers.			
	I.	II.	Schwein	Kuh	Schaf	Pferd
Chlornatrium . . .	4,33	0,58	0,89	0,23	0,14	0,03
Chlorkalium . . .	—	0,07	—	—	—	—
Kali	6,10	18,49	3,60	2,91	8,32	11,30
Natron	5,07	0,75	3,44	0,98	3,28	1,98
Kalk	26,46	21,36	2,03	5,71	18,15	4,63
Magnesia	10,54	10,67	2,24	11,47	5,45	3,84
Eisenoxyd	2,50	2,09	5,57	5,22	2,10	1,44
Phosphorsäure . . .	36,03	30,98	5,39	8,47	9,40	10,22
Schwefelsäure . . .	3,13	1,13	0,90	1,77	2,69	1,83
Kohlensäure . . .	5,07	1,05	0,60	—	Spur	—
Kieselerde	—	1,44	13,19	62,54	50,11	62,40
Sand	—	7,39	61,37	—	—	—
Manganoxyduloxyd	—	—	—	—	—	2,13

Der hohe Kieselerdegehalt dieser Aschen, rührt zum Theil von dem Kieselsäurereichthum der zur Nahrung dienenden Gräser und Cerealien, zum Theil aber auch von dem mit dem Futter verschluckten Sande her. Im Verhältniss zum Bittererdegehalt der Nahrung, ist in der Asche der Excremente der pflanzenfressenden Thiere, die Magnesia stets erheblich dem Kalk gegenüber vermehrt, wenn auch letzterer an und für sich in grösserer Menge vorhanden ist. In der Asche menschlicher Excremente, will Wehsarg nur Spuren von phosphorsaurem Kalk gefunden haben und macht nach ihm phosphorsaure Magnesia den Hauptbestandtheil der Asche aus.

Nach den Beobachtungen von Wehsarg und Ihring erscheinen die phosphorsauren Erden der Excremente, nach dem Gebrauche von Bittersalz und bei Diarrhöen vermehrt, ebenso auch das Eisen. Nach dem Gebrauche von Eisenpräparaten, soll das Eisen im Koth, aber nicht im Harn nachzuweisen sein (Ihring).

Meconium. Kindspech.

Meconium.

Unter dieser Bezeichnung versteht man den Dickdarminhalt des ausgetragenen Fötus, der nach der Geburt entleert wird. Es stellt eine dunkelbraungrüne, fast schwarze, oft pechartige Masse dar, meist ohne übeln Geruch und von fadem Geschmack. Die Reaction derselben ist häufig sauer, seltener neutral. Das Meconium geht sehr rasch in Fäul-

niss über. Unter dem Mikroskope unterscheidet man schön grün gefärbte Cylinderepithelien, Schleimkörperchen, Cholesterin und Fett. Der wässerige Auszug des Meconiums trübt sich beim Kochen nicht, wohl aber durch Essigsäure und enthält zuweilen unverändertes Gallenpigment und Gallensäuren (Fresenius). Alkohol nimmt aus dem Meconium schmierige extractähnliche, noch nicht näher studirte Stoffe auf, wahrscheinlich harzartige Zersetzungsproducte der Galle, Aether reichliche Mengen von Fett. Unter den anorganischen Salzen des Meconiums, fehlen schwefelsaure Salze gänzlich, dagegen enthalten sie viel phosphorsaure Bittererde, phosphorsauren Kalk, Eisenoxyd und Chlornatrium. Nach einer Analyse von John Davy enthielt das Meconium in 1000 Thln.:

Wasser	727,0
Feste Stoffe	273,0
Schleim und Epithelien	236,0
Cholesterin und Fett	10,0
Gallenfarbstoff	30,0.

Gerichtlicher Nachweis.

Nachweis in gerichtlichen Fällen. Es kommt zuweilen vor, dass auf chemischem Wege nachgewiesen werden soll, ob auf Wäschestücken befindliche Flecken von Meconium herrühren. Anhaltspunkte für derartige Untersuchungen sind in Nachstehendem enthalten:

Meconiumflecken sind von braungrüner Farbe und lassen sich beim Biegen des Gewebes, ziemlich leicht von der Unterlage ablösen. Sie schlagen wegen der zähen Beschaffenheit des Meconiums wenig durch, sind geruchlos und geben auch nach dem Befeuchten mit Wasser keinen bestimmten Geruch zu erkennen. Beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure dagegen entwickelt sich ein deutlicher, von dem menschlicher Excremente verschiedener Geruch. — An kaltes Wasser geben die Flecken einen Theil ab. Man erhält eine schleimige, schwer filtrirbare neutral reagirende grüngelbe Flüssigkeit, in der bräunliche Massen suspendirt sind. Die Lösung gerinnt beim Erhitzen nicht, und giebt mit Essigsäure eine im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliche Trübung; mit salpetrige Säure haltender Salpetersäure giebt sie die Reaction des Gallenpigments, mit Zucker und Schwefelsäure die Gallenreaction mehr oder minder deutlich, nie aber ganz rein. — Wird der Fleck mit Wasser und dann mit concentrirter Kalilauge aufgeweicht, so erhält man eine trübe braungelbe Lösung, die beim Erwärmen einen deutlichen dem der Ochsengalle ähnlichen Geruch wahrnehmen lässt. Durch Behandlung der Flecken mit wässerigem Weingeist erhält man eine grünlich-gelbe Lösung, die durch neutrales essigsaures Blei gefällt wird. Im Filtrate des Bleizuckerniederschlags, erzeugt Bleiessig abermals einen Niederschlag. — Aether färbt sich beim Digeriren mit den Flecken nicht; der ätherische Auszug hinterlässt nach dem Verdunsten auf einem Uhrglase farbloses Fett.

Darmsteine.

Darmsteine.

Beim Menschen und bei fleischfressenden Thieren sind Darmconcretionen viel weniger häufig als bei Pflanzenfressern. Dieselben sind gewöhnlich rund oder oval und von sehr verschiedener Grösse; ihre Farbe geht von Gelb oder Graugelb in Braungelb über. Im Innern sind sie

geschichtet. Ihr Kern ist gewöhnlich ein von aussen hereingekommener fremder Körper: Fruchtkerne, Knochen, Nadeln, Kieselstücke, Holzfaser u. dgl. Sie bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk und enthalten ausserdem vorzugsweise Fett. Unter den Thieren sind es vorzugsweise die Pferde, bei denen Darmsteine oft von ungeheurer Grösse sehr häufig vorkommen. Einen Ueberblick ihrer Zusammensetzung giebt nachstehende Tabelle:

Bestandtheile für 100 Theile	Von Menschen				Von Thieren	
	Thomson.	Children.	Robiquet.	Lassaigne.	Pferd. Simon.	Pferd. Wurzer.
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia	5	5	30	4	81,11	79,01
Phosphorsaurer Kalk	46	46			—	0,02
Lösliche Salze	—	25	—	1	1,50	1,01
Thierische Materie	25	4	8	21	1,00	4,43
Fett	—	—	60	74	—	0,08
Holzfaser, Pflanzenreste	24	20	—	—	0,58	—
Sand	—	—	—	—	0,60	—
Wasser	—	—	—	—	15,19	13,59

Bildungsweisen und Arten.

Die vorzugsweise aus thierischer faserstoffähnlicher Materie bestehenden Darmconcretionen, wie solche von Dublanc und J. Davy analysirt wurden, verdanken ihre Entstehung einem Faserstoffexsudat oder Blutcoagulum, welches im Darm zurückgehalten wird und weitere Metamorphosen erleidet, die darin bestehen, dass die in den Darmflüssigkeiten löslichen Theile desselben, allmählich aufgelöst werden, die unlöslichen Theile dagegen, namentlich die Kalksalze und geronnenen Albuminate, zurückbleiben. Solche Darmsteine bestehen demnach vorzugsweise aus geronnenen Albuminaten, mit mehr oder weniger Kalksalzen und Speiseresten; sie bilden sich nach exsudativen Entzündungen der Darmschleimhaut und nach Blutungen im Darmcanal.

Eine zweite Art der Darmsteine besteht vorzugsweise aus Erdsalzen. Sie enthalten häufig einen fremden Körper als Kern; sie entstehen dadurch, dass die in dem Darminhalte aufgelösten Erdsalze, aus irgend einem Grunde unlöslich werden und niederfallen. Werden diese Niederschläge nicht mit den Excrementen ausgeleert und werden sie durch Darmschleim zusammengeklebt, oder legen sie sich um einen fremden Körper an, so entstehen Concretionen.

Dunkler sind die Entstehungsweisen der, vorzugsweise aus unverdauten Speiseresten, Pflanzenzellen u. dgl. und der aus Fetten bestehen-

den Concretionen. Erstere bilden sich wahrscheinlich unter Mitwirkung eines schleimigen Bindemittels, während es bei letzteren vorläufig unentschieden bleiben muss, ob die fettigen Bestandtheile derselben unmittelbar von der Nahrung stammen, oder ob sie von den Secreten des Darmcanals und seinen Adnexen herrühren.

Auch harnsaure Salze hat man in Darmconcrementen gefunden, allein es muss bei der inneren Unwahrscheinlichkeit dieses Befundes dahingestellt bleiben, ob in diesen Fällen, bezüglich der Abstammung der betreffenden Concretionen, nicht Irrthum oder Verwechslung obwaltete. Concretionen von zusammengefilzten Haaren sind bei Kühen und Ziegen nicht selten. Es gehören in diese Classe die sogenannten Aegagropilae, aus dem Darmcanal der Gemse (Antilope rupicapra) und wohl auch anderer Wiederkäuer stammend.

Literatur zur Chemie des Darmsafts, Darminhalts u. s. w.: Frerichs: Artikel Verdauung. Handwörterb. d. Phys. III, 1. S. 850. — Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. 1852. 260. — Zander: De succo enterico. Dissert. Dorpati 1850. — Busch: Arch. f. path. Anat. XIV, 140. — Kölliker u. Müller: 2ter Ber. d. physiol. Anstalt zu Würzburg 1856, S. 77. — C. G. Lehmann: Lehrb. d. physiol. Chem. 1853. II, S. 99. — Otto Funke: Lehrb. d. Physiologie. 3te Aufl. I, 320. — C. Ludwig: Lehrb. d. Phys. 2te Aufl. II, 651. — Lossnitzer: Einige Versuche über die Verdauung der Eiweisskörper. Dissert. Leipzig 1864. — Thiry: Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1864. Nro. 6; ebendas. Bd. L. — Braune: Arch. f. path. Anat. XIX, 470. — Riesenfeld: De intestino crasso, nonnullisque in eo fermentationibus. Dissert. Berol. 1860. — Schultzen: Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. Nro. 4, S. 491. — W. Kühne: Lehrb. d. phys. Chem. 1866. S. 136. — Chevreul et Magendie: Annal. de chim. et de phys. T. II, p. 292. — Valentin: Arch. f. physiol. Heilkunde. XIII, 356. — Chevillot: Journ. de Chim. méd. 1. Sér. V, p. 596. — Marchand: bei Lehmann: Lehrb. d. phys. Chem. 2te Aufl. Bd. II, S. 107. — Planer: Sitzungsber. d. Ak. d. W. z. Wien. Bd. XLII. — E. Ruge: ebendas. Bd. XLIV, S. 734 u. Chem. Centralbl. 1862. 347. — Breslau: Monatsschr. f. Geburtskunde. XXV, 238. — Wehsarg: Mikroskop. u. chem. Unters. Giessen 1852. — Ihring: Mikroskop. u. chem. Unters. Giessen 1852. — Marcet: Proceedings of the royal society VII, 153; Philos. Transact. 1857. 403; Medical times 1858. Jan.; Annal. de chim. et de phys. 1860. — Rogers: Annal. der Chem. u. Pharm. LXV, 85. — Porter: Ebendas. LXXI, 109. — Fleitmann: Poggend. Annal. LXXVI, 356. — Reischauer: N. Repert. f. Pharm. Bd. XII, S. 49. — E. Levier: Schweiz. Zeitschr. f. Heilkunde. Bd. III, S. 140. — Jäger: Artikel Enterophyten in Encyclop. der med. Wissensch. Berlin 1834. II, 172. — J. Vogel: Path. Anat. S. 341. — Vergl. ausserdem Lehmann: Zoochemie. 1858. S. 89 u. ff.

XII. Chemie der Hautdrüsensecrete.

Schweiss.

Schweiss.

Das tropfbarflüssige Secret der Schweissdrüsen im vollkommen reinen Zustande, ist chemisch noch nicht untersucht, denn so wie man es bisher

erhielt, war es immer ein Gemenge von eigentlichem Secret und mehr oder weniger Hautsalbe und Epidermisschuppen.

Dasjenige Verfahren, welches noch das verhältnissmässig reinste Secret liefert, besteht darin, einen nackten Menschen im Dampfbade auf eine metallene Wanne zu legen und das abfliessende Secret aufzusammeln. Dem Versuche selbst, soll eine vorsichtige Reinigung der Haut vorhergehen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der Schweiss ist eine farblose, mehr oder weniger klare Flüssigkeit von eigenthümlichem, an den verschiedenen Hautstellen verschiedenem Geruch und deutlich salzigem Geschmack. Ihm eigenthümliche Formelemente enthält er nicht, wohl aber meist Epithelien und Epidermisschuppen.

Seine Reaction ist meist sauer, doch nimmt er bei längerem Stehen an der Luft alkalische Reaction an. Es scheint die Reaction auch von der Absonderungsdauer abhängig zu sein. Gillibert und Favre haben übereinstimmend gefunden, dass bei andauernder Schweisssecretion, der erst gewonnene Schweiss sauer reagirte, während die letzten Partien neutrale oder alkalische Reaction zeigten.

Chemische Bestandtheile des Schweisses.

Chemische Bestandtheile.

Die bisher nachgewiesenen constanten chemischen Bestandtheile des Schweisses sind folgende:

Wasser, — Fette, — flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure und Essigsäure, Buttersäure und wohl auch Propionsäure, beide letzteren aber, wie es scheint, nicht constant (L. Meyer), — Harnstoff, — anorganische Salze, worunter überwiegend Chlornatrium und Chlorkalium, dann aber auch phosphorsaure Alkalien, schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und Eisenoxyd, demnach die Blutsalze.

Als nicht constante, oder problematische Schweissbestandtheile betrachten wir:

Ammoniaksalze, zwar von allen Beobachtern im Schweiss nachgewiesen, sich aber, wie es scheint, erst bei Einwirkung der Luft auf den Schweiss bildend, — die Schweisssäure „Acide hydrotique" Favre's, eine stickstoffhaltige nicht näher studirte Säure, — eigenthümliche unter abnormen Verhältnissen auftretende verschieden gefärbte Pigmente, die übrigens chemisch noch so gut wie unbekannt sind und milchsaure Salze.

In Krankheiten will man im Schweisse aufgefunden haben:

Harnsäure (Wolf, Hamernjk), — Traubenzucker (bei Diabetes wiederholt gefunden), — Albumin, — Gallenfarbstoff.

Von aussen eingeführt, erscheinen im Schweisse wieder:

Benzoësäure (nach H. Meissner zum Theil in Hippursäure verwandelt, was aber G. Meissner u. Shepard nicht bestätigen konnten), Bernsteinsäure, Weinsäure, Zimmtsäure (?). In dem

während heisser Dampfbäder abgesonderten Schweisse von Personen, welche arsenigsaures Kali gebrauchten, fanden Bérgeron und Lemattre arsenige Säure, nach dem Gebrauch von arsensaurem Kali, Arsensäure. Beim Gebrauch von arsensaurem Eisenoxyd, erschien die Arsensäure an Alkali gebunden im Schweiss, das Eisen aber nicht, wohl aber letzteres im Harn. Nach Einnahme von Quecksilberjodid, erschien das Quecksilber als Chlorid im Schweiss, das Jod fand sich im Speichel und im Harn, in letzterem neben Spuren von Quecksilber. Beim Gebrauche von Jodkalium, erschien das Jod nicht im Schweiss, womit ältere Beobachtungen von Cantu im Widerspruch stehen. Wöhler beobachtete während seiner Untersuchungen über das Telluräthyl, dass sein Schweiss den Tellurgeruch angenommen hatte.

Ueber das allgemeine chemische Verhalten des Schweisses ist nichts Zuverlässiges bekannt. Als Schottin den Rückstand des Schweisses mit Alkohol auszog und diese Lösung zur Trockne verdampfte, entstand eine hell rosenrothe Masse, die mit Oxalsäure versetzt, hellgrün wurde; der Rückstand des Aetherauszuges war ebenfalls grün und wurde beim Erwärmen hell rosenroth.

Quantitative Zusammensetzung des Schweisses.

Quantitative Zusammensetzung.

Quantitative Analysen des Schweisses, wurden von Anselmino, Schottin, O. Funke und Favre angestellt. Dieselben sind aber ziemlich unvollkommen und unter sich nicht wohl vergleichbar. Wir stellen sie tabellarisch zusammen.

Bestandtheile für 1000 Theile	Anselmino. I.	Anselmino. II.	Favre.	Schottin.	Funke.
Wasser	995,00	987,50	995,573	977,40	988.44
Feste Stoffe	5,00	12,50	4,427	22,60	1,16
Epithelien	0,10	0,25	—	4,20	2.49
Fette	—	—	0,013	—	—
Milchsaure Salze	—	—	0,317	—	—
Schweisssaure Salze	—	—	1,562	—	—
Extractivstoffe	1,45	3,62	0,005	11,30	—
Harnstoff	—	—	0,044	—	1,55
Chlornatrium	} 2,40	} 6,00	2,230	3,60	—
Chlorkalium			0,024	—	—
Phosphorsaures Natron	—	—	Spur	} 1,31	—
Schwefelsaure Alkalien	1,05	2,62	0,011		—
Phosphorsaure Erden	—	—	Spur	0,39	—
Salze im Allgemeinen	—	—	—	7,1	4,36

Zu dieser Tabelle ist Folgendes zu bemerken: Unter der Rubrik Extractivstoffe, habe ich in den Analysen von Anselmino, die für Alkoholextract, essigsaure, milchsaure Salze und freie Essigsäure berechneten Mengen zusammengefasst, in der Analyse von Favre, eine von ihm ohne genügende Gründe, als Kalialbuminat bezeichnete Substanz unter dieselbe Rubrik gestellt. In der Analyse von Schottin sind die 11,30 Extractivstoffe als organische Stoffe von ihm bezeichnet, welche bei 100° C. nicht flüchtig sind; endlich habe ich die von ihm für Chlor, Kalium, Natrium, Schwefelsäure und Phosphorsäure gefundenen Zahlen, in der Art umgerechnet, dass ich das Chlor an Natrium band und das übrige Natrium und das Kalium als phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien aufführte.

Das übereinstimmende Resultat dieser im Uebrigen wenig vergleichbaren Analysen ist, dass der Schweiss zu den wasserreichsten und bestandtheilärmsten Secreten gehört und dass ein bedeutender Theil der vorhandenen Bestandtheile, von Chloralkalien, namentlich von Chlornatrium, ausgemacht wird.

Schwankungen in der Zusammensetzung des Schweisses unter physiologischen Verhältnissen.

Schwankungen in der Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung des Schweisses scheint nach den vorhandenen allerdings spärlichen Beobachtungen bis zu einem gewissen Grade abhängig zu sein:

a. von der Absonderungsgeschwindigkeit; b. von der Absonderungsdauer; c. von der schweisssecernirenden Fläche; d. von der Menge des genossenen Getränkes und wohl auch von der Individualität; e. von der Nahrung.

Nach den Versuchen von Funke, würde mit der steigenden Schweissmenge bis zu einer gewissen Grenze, die Menge der organischen Stoffe ab-, die der anorganischen Stoffe aber zunehmen; die durch den Schweiss ausgeschiedenen Harnstoffmengen dagegen, steigen mit der ausgeschiedenen Wassermenge, aber keineswegs proportional und auch nur bis zu einer gewissen Grenze; über diese hinaus, bei anhaltendem Schwitzen, vermindert sich die Menge des Harnstoffs bedeutend und scheint dann die Zusammensetzung des Schweisses eine weitere Veränderung nicht zu erfahren (C. Ludwig, Favre).

Bezüglich des Einflusses der Absonderungsdauer ist ermittelt, dass die ersten Partien secernirten Schweisses, freie Säure enthalten, die bei den späteren Partien meist fehlt, auch sollen die ersten Partien mehr Salze der flüchtigen Fettsäuren und weniger anorganische Salze enthalten (Gillibert, Favre).

Auf eine Veränderung der Zusammensetzung des Schweisses mit der secernirenden Hautfläche, deutet der eigenthümliche Geruch des Schweisses gewisser Körpertheile hin. Auch scheinen die Salze in verschiedener Menge vorhanden zu sein. Im Fussschweisse eines Individuums fand

Funke 13,7 pr. m. Rückstand mit 4,0 pr. m. Asche; der Armschweiss von gleichem Gehalt an festen Stoffen, gab nur 2,4 pr. m. Asche. Auf 100 Thle. Natrium der Asche, kamen in den Versuchen von Schottin 39 Kalium im Armschweiss und 57 Kalium im Fussschweiss.

Nach den Versuchen von H. Meissner endlich, hat auf die Menge der Chlormetalle und des Harnstoffs im Schweiss, die Art der Nahrung einen bestimmten Einfluss. Vegetabilische Nahrung setzt namentlich den Harnstoffgehalt herab.

Schweiss in Krankheiten.

Ueber die Beschaffenheit des Schweisses in Krankheiten, sind nur wenige und sehr unbestimmte Angaben vorhanden. Mit Sicherheit constatirt ist die ausserordentliche Vermehrung des Harnstoffs bei Nierenleiden und bei der Cholera. Der Harnstoffgehalt des Schweisses und namentlich des Gesichtsschweisses, ist in letzterer Krankheit im urämischen Stadium so sehr vermehrt, dass sich nach dem Verdunsten des Wassers, der Harnstoff auf der Haut in Krystallen ausscheidet und einen glänzenden, dünnen, schleierartigen Hautüberzug bildet. Der Harnstoffbeschlag findet vorzugsweise an den Mündungen der Schweissdrüsen statt (Schottin, Landerer, Hamernjk, Drasche).

Im Schweisse Steinkranker soll Harnsäure, in jenem der Diabetiker Zucker vorkommen. (Vergl. Oben.)

In trübem, sogenanntem kritischen Schweiss bei acutem Rheumatismus, will Anselmino Albumin gefunden haben.

Ueber den Gehalt des Schweisses an Gallenpigment und anderen Farbstoffen, sind ebenfalls wenig beweisende Angaben vorhanden. Man hat blutige, rothe (von Uroerythrin), blaue Schweisse beobachtet, ohne dass aber einigermaassen brauchbare Untersuchungen über die färbenden Stoffe in diesen Fällen vorliegen. Schwarzenbach extrahirte aus dem blauen Schweisse eines an traumatischem Tetanus Leidenden, einen Stoff, dessen smaragdgrüne Lösung durch Säuren roth, durch Alkalien wieder grün gefärbt wurde. Aus dem gelbgrünen Rückstand derselben nahm Aether kein Pigment auf.

Fälle von auf einzelne Hautpartien beschränktem, schwarzem oder tiefblauem Schweisse (Chromhydrose) haben le Roy de Méricourt, Coppée, Robin und Ordonez gesammelt und beschrieben, ohne über die chemische Natur des Pigmentes Aufschluss zu bringen.

Schweissbereitung.

Auch über die Schweissbereitung hat die Physiologie bisher keinen Aufschluss gebracht. Da alle bisher im Schweisse gefundenen Stoffe auch Bestandtheile des Blutes sind, so könnte sich die Rolle der Schweissdrüsen bei der Schweissbereitung wohl darauf beschränken, gewisse Blutbestandtheile anzuziehen, anderen aber den Uebertritt zu versagen, denn dass der Schweiss kein einfaches Transsudat ist, geht aus seiner Zusammensetzung und namentlich dem Mangel an Albuminaten zur Genüge hervor.

Physiologische Bedeutung. Dieselbe ist zum Theil unbestritten die eines Excretes und neuere Untersuchungen haben ergeben, dass die auf dem Wege der Hautsecretion und Hautabschuppung, den Körper verlassenden Stoffmengen keineswegs so unbedeutend sind, als man früher annahm. Als eine andere wichtige Function der Hautausscheidung, betrachten wir die, die Temperatur des thierischen Körpers zu reguliren.

Physiologische Bedeutung.

Secret der Talgdrüsen.

Wir zählen hierher die sogenannte Hautsalbe, das Secret der Meibom'schen Drüsen, das Ohrenschmalz, die Smegma praeputii und die Vernix caseosa.

Secret der Talgdrüsen.

Alle diese Secrete sind chemisch nur sehr unvollkommen studirt und charakterisirt. Alle sind reich an Fett.

Der Hauttalg (Hautschmiere, Hautsalbe, Sebum cutaneum) bildet frisch abgesondert, eine ölige halbflüssige Masse, welche indessen auf der Hautoberfläche, oder schon in den Ausführungsgängen der Drüsen zu einem weissen schmierigen Talg erstarrt. Unter dem Mikroskop beobachtet man fetthaltige Zellen, freies Fett vermengt mit Epidermisblättchen und zuweilen auch wohl Cholesterinkrystalle.

Hauttalg.

Die Bestandtheile der Hautsalbe sind ausser Wasser, ein eigenthümliches caseïnähnliches Albuminat, Fette, bestehend aus Palmitin und Oleïn, Palmitinsäure- und Oelsäure-Seifen, Cholesterin und anorganische Salze, worunter vorwiegend phosphorsaure Erden, aber auch Chloralkalien und phosphorsaure Alkalien. Der als Bestandtheil angegebene Salmiak, bedürfte weiterer Bestätigung; ebenso das phosphorsaure Natron-Ammoniak.

Das Secret der Talgdrüsen der Haarbälge auch von Thieren scheint damit übereinzustimmen.

Unter der Bezeichnung Vernix caseosa versteht man eine eigenthümliche fett- oder salbenartige Materie, welche die Haut des noch im Mutterleibe befindlichen Fötus überzieht. Auch dieses Secret scheint chemisch mit der Hautsalbe übereinzustimmen. Es enthält namentlich ein Albuminat und viel Cholesterin.

Vernix caseosa.

Bezüglich der Smegma praeputii fragt es sich, inwiefern dasselbe von den Talgdrüsen stammt. Jedenfalls ist demselben stets ein beträchtlicher Theil von Epidermiszellen der Eichel und Vorhaut beigemengt. Dasselbe gilt vom Castoreum: dem Secrete des sehr entwickelten präputii penis et clitoridis des Bibers.

Präputialsecret.

Das Präputialsecret soll eine Ammoniakseife enthalten; in jenem der Pferde wurde Hippursäure und Benzoësäure nachgewiesen. Im Castoreum ausser Albuminaten und Fetten Castorin, harzartige Materie und eine Spur Phenylsäure.

Das Secret der Meibom'schen Drüsen ist nicht untersucht, wird aber chemisch wohl mit den obigen Secreten übereinstimmen.

Ohrenschmalz.

Das Ohrenschmalz ist ein Gemisch des Secretes der Talg- und der Schweissdrüsen des knorpligen Theils des äusseren Gehörganges. Unter dem Mikroskop zeigt es Talgzellen, freies Fett, Cholesterinkrystalle, Epithelialzellen, dann eigenthümliche ovale eckige oder rundliche Zellen von $^1/_{200}$ bis $^1/_{140}'''$ Durchmesser.

Die chemischen Bestandtheile des Ohrenschmalzes sind ein Albuminat, Oleïn und Margarin, ein in Wasser löslicher gelber bitterschmeckender Körper und anorganische Salze.

Literatur zur Chemie der Hautdrüsensecrete: Anselmino: Zeitschr. v. Tiedemann u. Treviranus. Bd. II. — Schottin: Zeitschr. f. phys. Heilkunde. Bd. XI, S. 73; dann: De sudore. Dissert. Lipsiae 1851. — Favre: Compt rend. XXXV, 721; Arch gén. de méd. Juillet 1853 — Gillibert d'Hércourt: Gaz. méd. de Lyon. Mai 1853; Rev. méd. 1853, Juin et Sept. — O. Funke: Moleschott's Unters. IV, 36. — C. H. F. Fiedler: Dissert. Lips. 1854. — Landerer: Heller's Arch. 1847. 195. — Hamernjk: Zeitschr. d. Wiener Aerzte. 1854. XII, 3. 4. — Drasche: Ebendaselbst. — H. Meissner: De sudor. secretione. Dissert. Lipsiae 1859. — J. Ranke: Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. 311. — L. Meyer: Studien des physiol. Instituts zu Breslau. 2. Heft. 1863. S. 168. — Cantu: Bullet. des scienc. méd. 1825. Oct. p. 164. — Bérgeron et Lemattre: Arch. général. de méd. IV. 1864. p. 173. — Schwarzenbach: Schweiz. Zeitschrift f. Heilk. II, 395. — Le Roy de Méricourt: Mémoire sur la chromhidrose ou chromocrinie cutanée, suivi de l'étude microscopique et chimique de la substance colorante de la chromhidrose par le Dr. Robin et d'une note sur le même sujet par le Dr. Ordonez. Paris 1864. (Auszug in: Journal de l'anat. et de physiol. I, p. 299). — Coppée: Gaz. hebdomadaire. 1864. p. 17. — Lehmann: Zoochemie. S. 294. — Berzelius: Lehrb. d. Chemie. IX, 536.

XIII. Chemie des Harns.

Harn. Allgemeine Bemerkungen.

Die Flüssigkeit, welche aus den Harncanälchen der Nieren ausgeschieden wird: der Harn, ist in chemischer Beziehung genauer und vollständiger studirt und zwar nach den verschiedensten Richtungen, wie irgend ein anderes thierisches Secret. Die chemische Natur desselben ist eine sehr verschiedene, je nach den verschiedenen Thierclassen und je nach den Ernährungsverhältnissen derselben, so dass im Allgemeinen der Harn jener Thiere, die ähnliche Nahrung geniessen, ähnliche chemische Verhältnisse zeigt. Die Zusammensetzung des Harns ist aber ausserdem auch noch abhängig von den verschiedensten körperlichen physiologischen und pathologischen Bedingungen, so dass in keinem anderen Secrete, sich der jeweilige Ernährungszustand des Organismus so vollkommen und rasch wiederspiegelt, wie im Harn. Alles dies bezieht sich nicht nur auf die quantitativen Verhältnisse seiner Bestandtheile, sondern auch auf die Natur der letzteren selbst. Durch den Harn werden nicht

nur zahlreiche und zwar je nach der Modalität des Stoffwechsels, verschiedene Umsatzproducte der thierischen Gewebsbestandtheile, sondern auch dem Körper von aussen zugeführte und in selbem nicht zur Gewebsbildung verwendete, theils organische, theils unorganische Stoffe und zwar erstere theils unverändert, theils metamorphosirt, aus dem Körper ausgeschieden.

Eine klare und übersichtliche Darstellung der Chemie des Harns erfordert daher ein genaues Auseinanderhalten des nicht Zusammengehörigen, eine getrennte Behandlung des Harns des Menschen und der verschiedenen Thierclassen und endlich eine eingehende Betrachtung der, auf die Zusammensetzung des Harns einen mehr oder weniger bestimmenden Einfluss äussernden Momente. Wir werden, um diesen Postulaten nach Kräften zu genügen, in Nachfolgendem zuerst eine Schilderung des menschlichen Harns unter normalen Verhältnissen geben, sodann die Schwankungen seiner Zusammensetzung innerhalb physiologischer Grenzen betrachten und hieran alle ausserhalb der physiologischen Grenzen fallenden Zusammensetzungsänderungen anreihen. Den Schluss wird eine kurzgefasste Schilderung des Harns der verschiedenen Thierclassen bilden.

Harn des Menschen.

Physikalische Charaktere.

Physikalische Charaktere. Der normale frisch gelassene Harn ist klar, von bernsteingelber Farbe, vollkommen durchsichtig, von eigenthümlichem Geruch und bitter salzigem Geschmack. Bei ruhigem Stehen pflegt er ein geringes Schleimwölkchen abzusetzen. Das specifische Gewicht des Harns schwankt zwischen 1,005 und 1,030.

Eigenthümliche Formelemente enthält der normale Harn nicht. Die mikroskopische Untersuchung normalen Harns ergiebt gewöhnlich Pflasterepithelien, von der Harnblase und der Harnröhre stammend und vereinzelte Schleimkörperchen. Die Reaction normalen Harns ist deutlich sauer. Doch wurde wiederholt beobachtet, dass nach dem Gebrauche warmer Bäder, die Acidität des Harns abnehmen und in alkalische Reaction umschlagen kann (Hébert, Duriau, Poulet, Willemin, Zülzer, Spengler u. A.).

Chemische Bestandtheile des Harns.

Chemische Bestandtheile.

a. Normale und constante Bestandtheile des Harns.

Constante.

Als solche betrachten wir folgende:

Wasser, — Harnstoff, — Harnsäure, — Hippursäure, — Kreatin, — Kreatinin, — Xanthin, — Harnfarbstoffe, — Indican, — Extractivstoffe, — Harnblasenschleim, — oxalsauren Kalk.

Von anorganischen Stoffen: Kali, — Natron, — Ammoniak, — Kalk, — Magnesia, — Spuren von Eisen, — gebunden an Chlor, — Schwefelsäure, — Phosphorsäure, ausserdem Spuren von salpetersauren Salzen und Kieselerde.

Von Gasen: Kohlensäure, — Stickstoff.

Von diesen Bestandtheilen kommen einige nur in sehr geringer Menge im normalen Harn vor, so dass ihre Menge nicht bestimmt werden kann.

b. Nicht constante und abnorme Harnbestandtheile.

Nicht constante.

Wir zählen hierher einmal alle jene Stoffe, deren Existenz im normalen Harn nicht mit voller wissenschaftlicher Sicherheit dargethan ist, dann jene, die nachweisbar nur unter pathologischen Bedingungen, oder unter ganz bestimmten Verhältnissen im Harn vorkommen, ohne von aussen eingeführt zu sein, oder als Umwandlungsproducte von aussen eingeführter Stoffe im Harne aufzutreten. Von diesen letzteren wird später die Rede sein.

Albumin, — Traubenzucker, — Alcapton, — Inosit, — Milchsäure und milchsaure Salze, — Fette und flüchtige Fettsäuren, — Bernsteinsäure, — Gallenfarbstoff, — gallensaure Salze, — Benzoësäure, — Allantoin, — Leucin und Tyrosin, — Cystin, — Taurin, — Mucin, — Hämatin, — Faserstoff, — Nefrozymase, — die Bestandtheile des Eiters und Samens, — kohlensaures Ammoniak, — phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, — Schwefelwasserstoff.

Schönbein will endlich im Harn Spuren von Wasserstoffsuperoxyd nachgewiesen haben.

c. In Harnsedimenten vorkommende Bestandtheile.

Bestandtheile von Harnsedimenten.

Zuweilen wird ein trüber Harn gelassen, der sich dann, wenn er einige Zeit lang ruhig steht, in der Weise klärt, dass der die Trübung veranlassende Körper sich zu Boden setzt und so ein Sediment bildet. Zuweilen aber wird der Harn vollkommen klar gelassen und erst beim Erkalten scheiden sich gewisse Harnbestandtheile aus und bilden das Sediment.

Die in Sedimenten bisher nachgewiesenen Stoffe sind folgende:

Harnsäure, — harnsaure Salze (harnsaures Natron, Kali, Ammoniak, Kalk und Magnesia), — oxalsaurer Kalk, — phosphorsaurer Kalk, — phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, — Cystin, — Tyrosin, — Xanthin, — Sarkin (?), — von organisirten Materien: Schleim und Epithelien, — Eiter, — Blut, — Samenfäden, — Pilze und Infusorien, — Faserstoffcoagula, — Sarcina ventriculi Goodsir.

Allgemeines chemisches Verhalten des normalen Harns.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Normaler Harn bleibt beim Kochen klar und wird durch Säuren nicht sofort gefällt. Wird er mit Salz-, Salpeter- oder Essigsäure

versetzt, so entwickelt sich ein eigenthümlich widerlicher Geruch und zugleich nimmt er eine dunklere Farbe an. Nach einigen Stunden findet man die Harnsäure in Krystallen ausgeschieden.

Alkalien bewirken Trübung oder Niederschläge von phosphorsauren Erden.

Chlorbaryum bewirkt eine Fällung von schwefelsaurem und phosphorsaurem Baryt; war vorher mit Salz- oder Salpetersäure angesäuert worden, so enthält der Niederschlag nur schwefelsauren Baryt.

Salpetersaures Silberoxyd schlägt Chlorsilber und phosphorsaures Silberoxyd nieder; war vorher angesäuert worden, oder enthielt die Silberlösung freie Säure, so enthält der Niederschlag nur Chlorsilber.

Essigsaures Bleioxyd fällt Chlorblei, schwefelsaures und phosphorsaures Bleioxyd.

Versetzt man Harn mit einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, so entsteht eine Trübung, die anfänglich wieder verschwindet, indem sich das im Harn vorhandene Chlornatrium mit dem salpetersauren Quecksilberoxyd zu salpetersaurem Natron und Sublimat umsetzt; sobald aber alles Kochsalz auf diese Weise zersetzt ist, bringt jeder weitere Tropfen der Quecksilberlösung einen bleibenden weissen Niederschlag hervor, indem nun das salpetersaure Quecksilberoxyd mit dem Harnstoff sich zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt.

Versetzt man Harn mit einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd so lange, bis sich ein bleibender Niederschlag einstellt und fährt mit dem Zusatze der Quecksilberlösung fort, so lange man noch Verdickung bemerkt und neutralisirt man die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron, so erhält man einen weissen flockigen, in Wasser unlöslichen Niederschlag. Endlich aber kommt ein Punkt, wo durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. Zu diesem Zeitpunkte ist aller Harnstoff gefällt und der Niederschlag enthält 1 Aeq. Harnstoff auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd.

Eisenchlorid zu mit Essigsäure versetztem Harn gefügt, bewirkt einen Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd.

Oxalsäure, besser oxalsaures Ammoniak, bewirkt einen Niederschlag von oxalsaurem Kalk.

Starker Weingeist bewirkt eine auf Zusatz von Wasser wieder verschwindende Trübung.

Gerbsäure trübt normalen Harn nicht, oder nur schwach.

Frisches Blut, zu warmem Harn gemischt, wird zuerst coagulirt und dann löst sich das Hämatin aus dem Coagulum in der freien Säure des Harns auf und färbt letzteren roth.

Beim Schütteln von Harn mit Indigotinctur und Eisenvitriollösung verschwindet die blaue Farbe der Indigotinctur. Lässt man in 30 bis 40 Gramm frischen Harns, 8 bis 12 Tropfen durch Wasserstoffschwefel

(HS_2) genau entfärbte Indigotinctur fallen, so bleibt das Gemisch farblos, bläut sich aber sofort, wenn einige Tropfen Eisenvitriollösung hinzugefügt werden. Beide Wirkungen bleiben aus, wenn dem Harn vorher kleine Mengen von schwefliger Säure zugesetzt waren. Aus diesen Reactionen schliesst Schönbein, dass der Harn geringe Mengen von Wasserstoffsuperoxyd enthalte.

Versetzt man frisch gelassenen, sauer reagirenden Harn mit gesättigtem Jodwasser, so erhält man ein Gemisch, welches Stärkekleister nicht bläut und setzt man zu Harn etwas wässerige Jodstärke, so wird letztere entbläut (Pettenkofer, Corvisart, Schönbein u. A.). Mit thierischer Kohle entfärbter Harn zeigt das Jodbindungsvermögen in gemindertem Grade, mit Ozon behandelter Harn gar nicht mehr. Bei der Jodbindung scheinen sich die Extractivstoffe des Harns und die Harnsäure, welche letztere das Vermögen, Jod zu binden, für sich besitzt, vorzugsweise zu betheiligen (Schönbein, O. Huppert).

Wird Harn mit Stärkekleister auf 60° bis 70° C. erwärmt, so erfolgt völlige Lösung der Stärke unter Bildung von Traubenzucker (Béchamp). Versetzt man filtrirten normalen Harn mit dem 2- bis 3fachen Volumen 90procentigen Weingeists, so erhält man einen aus Erdphosphaten und einem Albuminat bestehenden Niederschlag. Die wässerige Lösung desselben besitzt die Fähigkeit, Stärke in Zucker zu verwandeln. Beim Kochen geht diese Fähigkeit verloren (Béchamp's Nefrozymase).

Die durch Destillation normalen Harns mit Schwefelsäure gewonnenen Destillate bläuen mit Schwefelsäure angesäuerten Jodkaliumkleister, namentlich nach dem Schütteln mit amalgamirten Zinkspänen und enthalten demnach Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure.

Saure Harngährung.

Wird der Harn längere Zeit der Luft ausgesetzt, so nimmt seine saure Reaction zu, seine Farbe wird gewöhnlich blasser und es scheidet sich Sedimente aus, die, so wie auch an den Wänden des Gefässes sich bildende gelbrothe Krystalle, aus Harnsäure zuweilen mit harnsauren Salzen und Schleim gemengt bestehen. Aus dem Schleim entwickelt sich zuweilen einzellige der Mycoderma Cerevisiae sehr ähnliche Pilze. Die Zunahme der freien Säure des Harns und die sich dann bildenden Sedimente (saure Harngährung) sind, wie die gründlichen Untersuchungen von Scherer dargethan haben, durch die, mittelst eines Fermentes erfolgende Zersetzung des Harnfarbstoffs bedingt, in Folge deren freie Milchsäure, oder unter Umständen auch wohl Essigsäure auftritt, die nicht nur die Zunahme der sauren Reaction des Harns, sondern auch die Bildung der harnsauren Sedimente veranlasst.

Die saure Harngährung steht demnach mit der Bildung der Harnsedimente und mit der Entstehung der Harnsteine im nahen causalen Zusammenhange. Als Ferment für diese Gährung sieht Scherer den sich zersetzenden Harnblasenschleim an, der, was für seine Fermentwirkung spricht, während der sauren Harngährung, der Hefe sehr ähnliche Pilze, die sich auch in gleicher Weise fortpflanzen, erzeugt.

Alkalische Harngährung.

Sobald die Acidität des Harns einen gewissen Grad erreicht hat, nach 3 bis 4 Wochen, oft auch früher, vermindert sie sich wieder; während sich im Sedimente und auf der Oberfläche des Harns, mannigfache Pilzformen und Infusorien entwickeln und vermehren, wird der Harn neutral, endlich alkalisch, riecht stark ammoniakalisch und bedeckt sich mit einer weissen schleimigen, hier und da glänzende Pünktchen zeigenden Haut und bald darauf bilden sich auch auf dem Boden des Gefässes weisse wolkige Massen, in denen schon mit freiem Auge erkennbare Krystalle sich zeigen. Die weissen Häute (vgl. Kyesteïn), sowie die Sedimente, zeigen unter dem Mikroskop Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, Pilzfäden mit oder ohne Sporen, Infusorien (Vibrionen und Monaden) und braunschwarze mit feinen Spitzen besetzte Kugeln von harnsaurem Ammoniak. Wird solcher Harn mit Säuren vermischt, so braust er auf, in Folge der Zersetzung des Harnstoffs und seiner Verwandlung in kohlensaures Ammoniak. Mit Alkalien erwärmt, entwickelt er reichlich Ammoniak (alkalische Harngährung).

Die alkalische Harngährung tritt aber nicht immer erst nach vollendeter saurer Gährung ein, sondern unter gewissen, zum Theil noch nicht ermittelten Verhältnissen viel früher, sogar schon innerhalb der Blase. Bei einer 20° C. übersteigenden Temperatur, geht schon normaler Harn ziemlich rasch in alkalische Gährung über, noch schneller, wenn er in unreinen Gefässen aufbewahrt wurde. Auch die alkalische Gährung wird nach Scherer durch den Blasenschleim eingeleitet und hieraus erklärt es sich, dass ein frisch gelassen, bereits alkalisch reagirender und mit Säuren brausender Harn, am Constantesten bei primären und secundären Affectionen der Blasenschleimhaut beobachtet wird. Nach van Tieghem und Schönbein dagegen, wird die alkalische Harngährung durch besondere Pilze (Torulaceen) eingeleitet. Die Pilzhäutchen gährenden Harns, durch Filtriren und Auswaschen mit Wasser isolirt und gereinigt, führen frischen Harn rasch in alkalische Gährung über und zerlegen Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak. Wie alle organisirten Fermente zersetzt auch dieses, Wasserstoffsuperoxyd und verliert seine Wirksamkeit durch siedendes Wasser.

Bei der Harngährung verschwindet das Wasserstoffsuperoxyd; es bildet sich, wahrscheinlich durch Reduction der Salpetersäure durch Pilze, salpetrige Säure, im ferneren Verlaufe der Gährung verschwindet auch diese und es tritt eine, starke Fluorescenz des Harns bedingende Substanz auf (Schönbein).

Scherer nimmt an, dass der Schleim innerhalb der Blase unter Umständen auch die saure Harngährung hervorrufen könne und erklärt hieraus die Erscheinung, dass bei Harnsteindiathese ein saurer Harn mit bereits ausgebildeten Harnsäure-Krystallen gelassen wird (vergl. weiter unten: Harnsteine).

Die saure Reaction des Harns ist unter normalen Verhältnissen dadurch bedingt, dass sich die durch die Gewebsmetamor-

phose erzeugte Harnsäure, Hippursäure und Schwefelsäure (aus dem Schwefel der Albuminate) mit den phosphorsauren Alkalien in die Basis theilen und dadurch saure Salze entstehen. Setzt man zu einer wässerigen Lösung des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons, allmählich Harnsäure und erwärmt, so erhält man eine saure Flüssigkeit, aus der sich beim Erkalten ein weisses, aus harnsaurem Natron bestehendes Pulver abscheidet (Liebig).

Verhalten des Harns gegen Gase.

Verhalten des Harns gegen Gase. Für Kohlensäure besitzt der Harn ungefähr dasselbe Absorptionsvermögen wie Wasser. Nach den Versuchen von Planer nimmt Harn bei 19,3° C. 0,9072 Vol. Kohlensäure auf, während Wasser bei 20° C. nach Bunsen 0,9014 Vol. absorbirt. Dasselbe gilt für den Sauerstoff. Harn von 19,4° C. nimmt 0,0326 Vol. auf, Wasser bei 20° C. 0,02839 Vol. Das Absorptionsvermögen des Harns für Stickstoff ist ausserordentlich gering und wurde bisher nicht bestimmt. Im Allgemeinen enthält der Harn weit weniger Kohlensäure und Sauerstoff, als er aus einer Atmosphäre der reinen Gase aufnehmen könnte.

Qualitativer Nachweis der normalen Harnbestandtheile.

Harnstoff.

Zur Nachweisung des Harnstoffs im Harn, fällt man die Phosphorsäure und Schwefelsäure des Harns durch eine Mischung von 2 Theilen Aetzbaryt und 1 Theil salpetersaurem Baryt, filtrirt, dampft ab, zieht den Rückstand mit Alkohol aus, verdampft wieder, nimmt mit absolutem Alkohol auf und lässt krystallisiren. Die Krystalle, in wenig Alkohol gelöst, dienen zur weiteren Constatirung, indem man einen Theil der Lösung mit Salpetersäure, den anderen mit Oxalsäure versetzt und die charakteristischen sich dann ausscheidenden Krystalle des salpetersauren und oxalsauren Harnstoffs mikroskopisch näher prüft (vergl. S. 232).

Harnsäure.

Zur Nachweisung der Harnsäure verdampft man Harn im Wasserbade, extrahirt den Rückstand vollständig mit Alkohol und behandelt das Ungelöste mit verdünnter Salzsäure. Was zurückbleibt, ist Harnsäure mit etwas Schleim. Man stellt die Reaction mit Salpetersäure und Ammoniak an (Murexidprobe S. 249), oder löst das Rückständige in Kali und versetzt die Lösung mit Salzsäure. Die ausgeschiedenen Harnsäurekrystalle prüft man unter dem Mikroskop.

Oder man versetzt 30 bis 40 Grm. Harn mit Essigsäure, lässt 36 Stunden stehen und prüft die mittlerweile ausgeschiedenen Harnsäurekrystalle mikroskopisch und chemisch.

Hippursäure.

Zur Auffindung der Hippursäure muss man grössere Quantitäten ganz frischen Harns verwenden.

Man fällt eine Quantität frischen Harns mit Bleizucker aus, um die Pigmente zu entfernen, entbleit das Filtrat durch Schwefelwasserstoff, verdampft im Wasserbade bis fast zur Trockne, zerreibt den Rückstand mit Schwerspathpulver, säuert mit Salzsäure an und extrahirt mit Alko-

hol. Die alkoholische Lösung mit Natronlauge neutralisirt, wird im Wasserbade zur Syrupsconsistenz verdunstet; den Rückstand versetzt man mit Oxalsäure, bringt im Wasserbade völlig zur Trockne und extrahirt vollständig mit Aether, dem man $^1/_6$ Alkohol zugesetzt hat. Die ätherische Lösung verdunstet man fast bis zur Trockne, versetzt den Rückstand mit etwas Kalkmilch zur Entfernung der mitaufgelösten Oxalsäure, erwärmt, filtrirt, verdunstet bis auf ein sehr geringes Volumen und säuert mit Salzsäure schwach an. Alsbald scheiden sich Krystalle von Hippursäure aus, die näher zu prüfen sind (vergl. S. 242). Ist der Harn reicher an Hippursäure als gewöhnlich, z. B. nach dem Genuss von Benzoësäure, so gelingt es meist, aus dem bis zur Syrupsconsistenz verdunsteten Harn, durch Versetzen mit wenig Salzsäure, Krystalle von Hippursäure zu erhalten.

Kreatin und Kreatinin.

Auch zur Nachweisung und Darstellung des Kreatins und Kreatinins bedarf man grosser Quantitäten Harn, da diese beiden Stoffe im Harn gewöhnlich nur in Minimalquantitäten vorkommen.

Frischer Menschenharn in möglichst grosser Quantität, wird mit etwas Kalkmilch neutralisirt und so lange mit einer Lösung von Chlorcalcium versetzt, als sich noch phosphorsaurer Kalk abscheidet; die Flüssigkeit filtrirt man und dampft bis zur Trockne ein. Den Rückstand extrahirt man mit absolutem Alkohol, filtrirt und versetzt das Filtrat mit einer syrupdicken Lösung von neutralem Chlorzink. Nach starkem Umrühren trübt sich die Lösung bald und nach etwa 48 Stunden ist die Ausscheidung des Kreatinin- und Kreatin-Chlorzinks vollendet. Das Ausgeschiedene wird mikroskopisch untersucht (vergl. S. 220 u. 222), dann mit kaltem Wasser abgewaschen, in kochendem gelöst und durch Bleioxydhydrat Zink und Salzsäure entfernt. Die filtrirte Lösung entfärbt man mit Blutkohle, dampft zur Trockne ab und behandelt den Rückstand, ein Gemenge von Kreatin und Kreatinin, mit kochendem Alkohol, welcher das Kreatinin in Lösung erhält, während das Kreatin zum Theil ungelöst bleibt und sich zum Theil beim Erkalten wieder ausscheidet. Durch Verdunsten der alkoholischen Lösung erhält man das Kreatin rein.

Sarkin und Xanthin

Auch zur Nachweisung des Xanthins und etwa vorhandenen Sarkins bedarf es grösserer Harnmengen (nach Neubauer nicht unter 100 Pfund). Zur Nachweisung des Xanthins wird der Harn mit Kalkmilch ausgefällt, das Filtrat mit Salzsäure möglichst genau neutralisirt und mit Quecksilberchlorid gefällt. Der Niederschlag wird ausgewaschen, mit Schwefelwassertoff zersetzt, das Filtrat eingedampft, mit Bleioxydhydrat gekocht, das aufgelöste Blei abermals durch Schwefelwasserstoff entfernt und dann eingedampft, wobei sich Xanthin und Harnsäure abscheiden. Man behandelt mit kochendem Wasser und setzt salpetersaures Silber zu, worauf bald die Ausscheidung des salpetersauren Silberoxyd-Xanthins erfolgt. Nach dem Auswaschen löst man die unreine Verbindung in kochender verdünnter Salpetersäure, filtrirt und lässt krystallisiren. Die

ausgeschiedenen Krystalle werden mikroskopisch geprüft, sodann durch Digestion mit ammoniakalischer Silberlösung, von der freien Salpetersäure befreit und durch Schwefelwasserstoff zerlegt. Die kochend filtrirte Lösung setzt allmählich das Xanthin ab, welches aber noch nicht völlig rein ist.

Um die Gegenwart von Xanthin im Harn zu constatiren, soll man nach Dürr (A. Stromeyer) den Harn mit Aetzbaryt ausfällen, das Filtrat genau neutralisiren und Sublimatlösung tropfenweise zusetzen. Entsteht sogleich ein weisser flockiger Niederschlag, so zeige dies die Anwesenheit von Xanthin an. Die vorgängige Fällung mit Barytwasser ist nöthig, um die Harnsäure ausser Spiel zu bringen, die durch Sublimat ebenfalls gefällt wird.

Ueber die Darstellung der verschiedenen Harnfarbstoffe vergl. S. 257 ff.

Oxalsaurer Kalk.

Oxalsaurer Kalk wird durch das Mikroskop, wie bei den Sedimenten näher angegeben werden wird, nachgewiesen. Lässt man frischen filtrirten Harn gefrieren, so kann man in der Mutterlauge des Eises Krystalle von oxalsaurem Kalk mit Leichtigkeit auffinden. Oder man dampft Harn zur Trockne ab, zieht den Rückstand mit nicht zu starkem Weingeist aus und schüttelt den weingeistigen Auszug mit Aether, worauf sich der oxalsaure Kalk sehr bald als Sediment in den schönsten Krystallen abscheidet. Der oxalsaure Kalk ist im Harn, sofern er gelöst ist, unter Mitwirkung des harnsauren und phosphorsauren Natrons gelöst.

Anorganische Bestandtheile.

Die anorganischen Bestandtheile des Harns können zum grössten Theil, durch die gewöhnlichen Reagentien schon im ursprünglichen Harn nachgewiesen werden. Auch kann man den Rückstand einer abgedampften Partie Harn, bei möglichst niederer Temperatur verkohlen und die Kohle in der Muffel bei schwacher Rothgluth einäschern. Die Asche wird nach den Regeln der chemischen Analyse untersucht.

Quantitative Zusammensetzung des normalen menschlichen Harns.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Analyse einer, durch eine oder mehrere Harnentleerungen gelieferten Harnmenge, ist einfach der Ausdruck für die Zusammensetzung der analysirten Probe, im Uebrigen aber ohne allen physiologischen Werth, denn die nächste Entleerung könnte einen ganz anders zusammengesetzten Harn liefern. Also einfach nur dann, wenn die Frage die wäre, wie ist die durch eine bestimmte Harnentleerung gelieferte Harnprobe zusammengesetzt, würde die Analyse eine brauchbare Antwort geben. Schon die äusseren Charaktere des zu den verschiedenen Tageszeiten und unter verschiedenen körperlichen Verhältnissen gelassenen Harns zeigen, wie verschieden seine Beschaffenheit ist.

Anderseits aber ist die Kenntniss der Zusammensetzung des Harns, die physiologische Grundlage der Beurtheilung der Verhältnisse der Er-

nährung und des Stoffwechsels. Die mit dem Harn den Körper verlassenden Stoffe repräsentiren einen sehr bedeutenden Theil der Ausgaben und stehen der Natur der Sache nach, in einem bestimmten Verhältnisse zu den Einnahmen des Thierkörpers. Wir haben bereits weiter oben gezeigt, dass der Stickstoff der umgesetzten Körperbestandtheile unter normalen Bedingungen, im Gleichgewichtszustande des Körpers, in dem Harn ausgeschieden wird und dass demnach die Harnstoffausscheidung als Maass des Stoffwechsels verwerthet werden kann. Auch an die quantitativen Verhältnisse der übrigen und namentlich auch der anorganischen Harnbestandtheile, knüpfen sich unter gewissen Voraussetzungen physiologisch und pathologisch nicht unwichtige Fragen und man hat daher auch aus allen diesen Gründen, den Gewichtsverhältnissen der im Harn enthaltenen Stoffe seit lange grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Erst dann aber, als man anfing, derartige Untersuchungen von einem rationellen Standpunkte aus anzustellen und man sich mehr und mehr bewusst wurde, was durch sie bewiesen werden kann und soll, erhielt man für Physiologie und Pathologie verwerthbare Resultate.

Die bei solchen Untersuchungen zu beachtenden Momente aber sind ausserordentlich zahlreich, nicht immer von gleichem und nicht immer von genau zu eruirendem Wirkungswerthe und oft gar nicht genau festzustellen. Es liegt auf der Hand, dass die aus den Resultaten gezogenen Schlussfolgerungen um so unsicherer werden, je weniger man dem Postulate der genauen Feststellung der Prämissen zu genügen im Stande war. Diese nothwendigen Prämissen und zu berücksichtigenden Momente sind aber folgende:

1. Genaue Kenntniss der Ernährungsverhältnisse des betreffenden Individuums, seiner körperlichen Constitution und der Qualität und Quantität der Nahrung.

2. Eruirung des Einflusses, welchen die verschiedenen physiologischen Zustände, die qualitativen und quantitativen Verhältnisse der Einfuhr, die Tageszeiten, die Thätigkeit anderer Excretionsorgane, die Temperatur, Körperbewegung, die Lebensweise u. s. w. auf die Ausscheidung der einzelnen Harnbestandtheile ausüben.

Diese Momente als bekannt vorausgesetzt, erhält man aus Harnuntersuchungen für die Physiologie verwerthbare Resultate, wenn man die Gewichtsmengen der innerhalb einer gegebenen Zeit, durch den Harn ausgeschiedenen Stoffe bestimmt und wenn ferner die von Individuen von verschiedener Körpermasse, resp. von verschiedenem Körpergewicht, durch den Harn ausgeschiedenen Stoffmengen dadurch vergleichbar gemacht werden, dass man die gefundenen Gewichtsmengen der Harnbestandtheile auf gleiche Körpergewichte, auf eine Einheit des Körpergewichts berechnet. Die in gleicher Zeit und von gleichem Thiergewicht gelieferten Stoffmengen, kann man als Maass für die Absonderungs- und Umsatzgeschwindigkeit ansehen, indem man dabei von der mindestens für die meisten Fälle zutreffenden Voraussetzung ausgeht,

dass, alles Andere gleichgesetzt, die Gewichte des bildenden Thierleibes und der gebildeten Harnbestandtheile in geradem Verhältniss miteinander wachsen (Ludwig). Je nach dem Ziel, welches man bei der Harnanalyse verfolgt, sammelt man daher den innerhalb 24 Stunden, demnach einer gegebenen Zeitperiode gelassenen Harn, vereinigt, wägt und analysirt nun denselben, wobei man die gefundenen Gewichtsmengen auf die Gesammtmenge des innerhalb 24 Stunden gelassenen Harns berechnet, oder man analysirt unter Umständen den, innerhalb kürzerer bekannter und durch bestimmte Verhältnisse charakterisirter Zeitperioden entleerten Harn (Tageszeiten). Um die ausgeschiedenen Stoffmengen auf die Körpergewichts-Einheit beziehen zu können, dividirt man die gefundenen Gewichtsmengen der Harnbestandtheile, durch das bekannte Körpergewicht des Individuums in Kilogrammen ausgedrückt und erfährt so die ausgeschiedenen Harnbestandtheile für je 1 Kilogramm Körpergewicht.

Methoden der Harnanalyse.

Die quantitative Analyse des Harns, sowie sie zu physiologischen und semiotischen Zwecken ausgeführt zu werden pflegt, beschränkt sich auf die Bestimmung des Wassers, der festen Stoffe im Allgemeinen, des Harnstoffs, der Harnsäure, des Kreatinins und der feuerbeständigen Salze. Eine Gewichtsbestimmung der Hippursäure, des Xanthins u. s. w. ist wegen der äusserst geringen Menge, in welcher diese Stoffe im normalen Harn vorkommen, in der Regel nicht ausführbar.

Die Methoden beruhen theils auf Gewichtsbestimmungen, theils auf den Principien der Maassanalyse. Letztere verdienen, insofern sie genaue Resultate geben, unbedingt den Vorzug vor ersteren, da sie in viel kürzerer Zeit ausführbar sind und auch von minder Geübten sicher in Anwendung gezogen werden können.

Wir theilen von den wichtigeren analytischen Methoden die Grundzüge mit, indem wir bezüglich des Details der Ausführung auf die vorhandenen genaueren Anleitungen zur zoochemischen und zur Harnanalyse verweisen müssen: Gorup-Besanez: Anleitung zur zoochemischen Analyse. 2te Aufl. Nürnberg 1854. — C. Neubauer und J. Vogel: Anleitung zur qualit. und quantit. Analyse des Harns. 4te Aufl. 1863. — F. Hoppe-Seyler: Handb. der physiol. u. pathol. chem. Analyse. 2te Aufl. 1865.

Feste Stoffe und Wasser.

Die Bestimmung der festen Stoffe und des Wassers geschieht durch Abdampfen einer kleinen gewogenen Menge Harns im Wasserbade und Trocknen des Rückstandes im Luftbade bei 100° C. so lange noch Gewichtsverlust stattfindet. Diese Methode ist übrigens keineswegs genau, da während des Trocknens das saure phosphorsaure Natron des Harns auf den Harnstoff zersetzend wirkt. Führt man das Abdampfen und Trocknen jedoch in einem Apparate aus, der das bei der Zersetzung des Harnstoffs auftretende und bei 100° C. aus dem gebildeten phosphorsauren Ammoniak-Natron ausgetriebene Ammoniak, aufzufangen und zu bestimmen gestattet, so erhält man befriedigende Resultate, wenn man das Ammoniak auf Harnstoff berechnet und diese Menge dem durch Wägung bestimmten Rückstande hinzuaddirt (Neubauer).

Feuerbeständige Salze.

Zur Bestimmung der feuerbeständigen Salze im Allgemeinen, verfährt man mit dem so gewonnenen Harnrückstande genau so wie bei der Bestimmung der feuerbeständigen Salze des Blutes. In gleicher Weise kann auch die Bestimmung der einzelnen Salze vorgenommen werden.

Zur Bestimmung des **Harnstoffs** sind verschiedene Methoden vorgeschlagen und in Anwendung gezogen worden: a) man bestimmt den Harnstoff als salpetersauren Harnstoff; b) man ermittelt die Menge des Ammoniaks, welche eine gewogene Quantität Harn bei der Zersetzung mit concentrirter Schwefelsäure liefert (Heintz, Ragsky); c) man bestimmt die Kohlensäure, welche bei der Zersetzung des Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak, beim Erhitzen seiner Lösungen über 100° C. gebildet wird (Bunsen); d) man bestimmt die Menge der Kohlensäure oder die Menge der Kohlensäure und des Stickstoffs, welche der Harn bei der Behandlung mit salpetrigsaurem Quecksilberoxydul liefert, indem bei dieser Behandlung der Harnstoff in Stickstoff, Kohlensäure und Wasser zerfällt (Millon, Neubauer, H. Ludwig, Kromayer); e) man misst das Stickgas, welches sich bei der wechselseitigen Zersetzung des Harnstoffs und unterchlorigsauren Natrons entwickelt (Davy, Leconte); f) man bestimmt den Harnstoff maassanalytisch durch eine titrirte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Liebig's Methode). Von diesen Methoden ist die unter a) verzeichnete ganz ungenau und deshalb verlassen, die Methoden d) und e) bieten vorläufig noch keine genügende Garantie ihrer Genauigkeit, während die Methoden von Bunsen und Heintz zwar genau, aber ziemlich umständlich sind. Es wird deshalb für ärztliche und physiologische Zwecke kaum mehr eine andere Methode angewendet, als die Liebig'sche, die bei zu erreichender grosser Genauigkeit, in wenig Minuten auszuführen ist und daher die Ausführung ganzer Reihen derartiger Bestimmungen, in verhältnissmässig kurzer Zeit gestattet. Indem wir auch hier bezüglich der Herstellung der titrirten Lösungen und der Vorbereitungen zur Ausführung auf die analytischen Handbücher verweisen müssen, geben wir eine kurze Schilderung der Ausführung der Methode und des Princips, worauf sie beruht.

Wenn man einer verdünnten Harnstofflösung eine gleichfalls verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd allmählich zusetzt und die freie Säure der Mischung von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron neutralisirt, so erhält man einen flockigen weissen Niederschlag. Fährt man mit dem Zusatz von Quecksilbersalz und kohlensaurem Natron abwechselnd fort, so lange noch dieser Niederschlag gebildet wird, so stellt sich ein Punkt ein, bei welchem durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Fäfbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. In diesem Zeitpunkte enthält die Flüssigkeit keinen Harnstoff mehr, im Niederschlage aber ist auf 4 Aeq. Quecksilberoxyd 1 Aeq. Harnstoff enthalten. Wenn man daher den Quecksilbergehalt der Quecksilberlösung kennt, so kann man aus der, zur Fällung des Harnstoffs in der angegebenen Weise verbrauchten Volumensmenge dieser Lösung, die Quantität des in einer harnstoffhaltigen Flüssigkeit enthaltenen Harnstoffs durch einen einfachen Ansatz berechnen. Auf je 4 Aeq. Quecksilberoxyd, die zugesetzt sind, werden in der harnstoffhaltigen Flüssigkeit 1 Aeq. Harnstoff enthalten sein, oder, was dasselbe ist, auf je 432 Gewichtstheile Quecksilberoxyd 60 Theile Harnstoff. Hätte man eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd in der Weise titrirt, dass 1 C.C. derselben 10 Milligr. Harnstoff anzeigte und man hätte von dieser Lösung bis zur gelben Färbung 16 C.C. verbraucht, so wären in dem geprüften Harn $16 . 10 = 160$ Milligr. Harnstoff enthalten.

Zur Bestimmung des Harnstoffs im Harn verwendet man titrirte Quecksilberlösungen, von denen 1 C.C. 0,010 Gr. Harnstoff anzeigt. Es ist aber vor der Bestimmung nöthig, die im Harn vorhandene Phosphorsäure auszufällen. Dies geschieht durch eine Mischung von 1 Vol. einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Baryt mit 2 Vol. kalt gesättigtem Barytwasser.

Man misst sich ein beliebiges Volumen Harn in einer Messröhre genau ab,

giesst den gemessenen Harn in ein Becherglas, misst sich in derselben Messröhre $^1/_2$ Vol. der Barytmischung ab und giesst dieses $^1/_2$ Vol. Barytmischung zu dem Harn im Becherglase. Man filtrirt von dem entstandenen flockigen Niederschlag ab und nimmt mit einer Pipette, die bis zu einem Theilstriche im Halse genau 15 C. C. fasst, 15 C. C. des Filtrats zur Bestimmung selbst. Diese 15 C. C. entsprechen, da darin auf 2 Vol. Harn 1 Vol. Barytmischung enthalten ist, 10 C. C. Harn.

Man füllt eine Mohr'sche Quetschhahnbürette bis zum 0-Punkte mit der titrirten Quecksilberlösung an, stellt den in einem Becherglase befindlichen Harn unter dieselbe und lässt zur Mischung die titrirte Lösung unter beständigem Umrühren fliessen. Wenn man keine Vermehrung des Niederschlags mehr bemerkt, nimmt man einen Tropfen der umgerührten Flüssigkeit auf eine Glasschale und lässt von dessen Rande aus, einige Tropfen kohlensaure Natronlösung, am besten aus einer Kautschukpipette, zufliessen. Bleibt die Mischung weiss, so setzt man dem Harn wieder etwas Quecksilberlösung zu und nimmt dann die Probe mit kohlensaurem Natron abermals vor und fährt in dieser Weise so lange fort, bis bei einer neuen Probe, nach dem Zufliessen von kohlensaurem Natron eine deutlich gelbliche Färbung entsteht. Man liest alsdann die verbrauchten C. C. der Probeflüssigkeit ab, sie geben mit 10 multiplicirt die Anzahl Milligramm Harnstoff an, die in 10 C. C. Harn enthalten waren.

Unter gewissen Umständen bedarf die erhaltene Zahl jedoch einer Correctur. Die Probeflüssigkeit, wie sie gewöhnlich angewendet wird, ist auf eine Harnstofflösung titrirt, welche 2 Proc. Harnstoff enthält, 15 C. C. dieser Harnstofflösung bedürfen zur Ausfällung des Harnstoffs und zur Anzeige der vollendeten Fällung 30 C. C. Quecksilberlösung; man erhält 45 C. C. Mischung, worin sich im Ganzen 30 mal 5,2 = 156 Milligr. freies Quecksilberoxyd befinden, jeder C. C. enthält mithin 3,47 Milligr. Quecksilberoxyd. — Wenn die 15 C. C. Harnstofflösung 4 Proc. Harnstoff enthalten und man setzt zu 15 C. C. desselben 60 C. C. Quecksilberlösung, so hat man zusammen 75 C. C. Mischung, worin sich 312 Milligr. Quecksilberoxyd befinden, in jedem C. C. 4,16 Milligr. demnach 0,69 Milligr. Quecksilberoxyd mehr, als erforderlich ist, um die ursprüngliche Färbung hervorzubringen.

Man begeht daher, wenn der Harnstoffgehalt des Harns höher ist, einen Fehler, welcher den Harnstoffgehalt kleiner erscheinen lässt, als er wirklich ist. Um diesen Fehler zu beseitigen, müssen auf 15 C. C. Harn, für die Anzahl der C. C. Quecksilberlösung, die man mehr als 30 C. C. zur Fällung gebraucht, der Mischung die halbe Zahl C. C. Wasser vor der Probe mit kohlensaurem Natron zugesetzt werden. — Verbraucht man z. B. 20 C. C. mehr, so setzt man 10 C. C. Wasser zu.

Aus demselben Grunde muss man im entgegengesetzten Falle, wenn der Harnstoffgehalt nur 1 Proc. beträgt, um die Probe zu haben, auf 15 C. C. Harn nicht 15 C. C. Quecksilberlösung, sondern 15,3 C. C. zusetzen. Um diesen Fehler, der den Gehalt vergrössert, zu vermeiden, muss man bei verdünntem Harn für je 5 C. C. Quecksilberlösung, die man weniger als 30 C. C. verbraucht, von der Summe der verbrauchten C. C. Quecksilberlösung 0,1 C. C. abziehen. — Verbraucht man also für 15 C. C. Harn 25 C. C. Quecksilber, so ist der Gehalt 249 Milligr., ausgedrückt durch 24,9 C. C. Quecksilberlösung.

Eine andere Fehlerquelle liegt in dem Kochsalzgehalt des Harns. Salpetersaures Quecksilberoxyd und Kochsalz setzen sich nämlich in Sublimat und salpetersaures Natron um; da nun Sublimat auf den Harnstoff nicht fällend wirkt, so be-

ginnt die Einwirkung auf den Harnstoff erst, wenn alles Kochsalz umgesetzt ist. Es fällt daher die Bestimmung etwas zu hoch aus.

Bei einem Harn, welcher 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc. Kochsalz enthält (nur in den seltensten Fällen dürfte ein Harn mehr enthalten), kann man ohne Weiteres, um die richtige Zahl der Milligr. Harnstoff in 10 C. C. Harn zu erhalten, von der Anzahl der verbrauchten C. C. Quecksilberlösung 2 C. C. abziehen. Wenn der Kochsalzgehalt des Harns verschiedener Individuen in gewissen Grenzen wechselt, so sind die erhaltenen Unterschiede im Harnstoffgehalt dennoch richtig und vergleichbar mit einander; nur in der absoluten Quantität ist ein Fehler, welcher uncorrigirt, 15 bis 20 Milligr. auf 10 C. C. Harn ausmacht.

Wo es sich daher um die absolute Quantität des Harnstoffs handelt, muss das Chlor des Harns durch salpetersaures Silberoxyd ausgefällt werden.

Die Bestimmung der Harnsäure geschieht gewöhnlich in folgender Weise.

150 bis 200 Grm. Harn, werden in einem Cylinderglase genau gewogen und mit Salzsäure (auf die Unze Harn etwa eine Drachme Salzsäure) versetzt, gut umgeschüttelt und 36 bis 48 Stunden mit einer Glasplatte bedeckt, der Ruhe überlassen. Die nach dieser Zeit ausgeschiedene Harnsäure bringt man in der Weise auf ein bei 100° C. im Luftbade getrocknetes und gewogenes Filter, dass man zuerst die an der Oberfläche der Flüssigkeit befindlichen Kryställchen auf das Filter spült, den gewöhnlich klaren übrigen Harn abgiesst, durch Reiben mit einem Glasstabe, der an seinem einen Ende mit Kautschuk überzogen ist, die Kryställchen von den Wänden des Cylinders vollständig losmacht und endlich den ganzen Niederschlag sorgfältig mit kleinen Mengen Wassers in das Filter spült. Auf letzterem wird er so lange mit Wasser ausgewaschen, bis das ablaufende Waschwasser nicht mehr Lackmuspapier röthet, dann bei 100° C. vollständig getrocknet und gewogen. Zieht man vom Gesammtgewicht das bekannte des Filters ab, so erhält man die Menge der Harnsäure.

Hippursäure.

Zur Bestimmung der Hippursäure im Harn besitzen wir vorläufig keine nur einigermaassen genaue Methode; noch am Besten ist es, sie auf die bei der Darstellung der Hippursäure aus dem Harn S. 518 angegebene Weise aus einer grösseren gewogenen Harnmenge zu isoliren, zu trocknen, sodann zu wägen. Ein von Wreden angegebenes maassanalytisches Verfahren, welches sich auf die Unlöslichkeit des hippursauren Eisenoxyds gründet, giebt keine brauchbaren Resultate. Im Harn von Pflanzenfressern kann die Hippursäure durch Ausfällen des concentrirten Harns mit Salzsäure, Waschen mit wenig Wasser, Pressen, Trocknen und Wägen ziemlich genau bestimmt werden (Henneberg, Stohmann, Rautenberg, Kühn).

Kreatinin.

Zur Bestimmung des Kreatinins versetzt man etwa 300 C. C. Harn mit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction, fällt mit Chlorcalcium aus, verdunstet das Filtrat bis nahe zur Trockne und vermischt mit Alkohol von 95°. Man lässt absetzen, filtrirt, verdunstet das Filtrat bis auf 40 bis 50 C. C. und setzt nach dem Erkalten $\frac{1}{2}$ C. C. einer säurefreien Chlorzinklösung von 1,2 specif. Gewicht hinzu, rührt einige Zeit um, lässt 3 bis 4 Tage an einem kühlen Orte stehen, sammelt die ausgeschiedenen Krystalle des Kreatinin-Chlorzinks auf einem Filter, wäscht mit kleinen Mengen Weingeist aus, trocknet und wägt. 100 Theile der Doppelverbindung sind = 62,44 Theilen Kreatinin.

Chlornatrium.

Auch die Bestimmung des Chlornatriums im Harn kann maassanalytisch und zwar in doppelter Weise vorgenommen werden.

a) Kochsalzbestimmung mittelst einer titrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (Liebig).

Diese Methode gründet sich darauf, dass eine Harnstofflösung durch salpetersaures Quecksilberoxyd, nicht aber durch Sublimat gefällt wird. Enthält eine Harnstofflösung Kochsalz (Harn), so entsteht so lange keine bleibende Fällung durch eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, bis alles Kochsalz mit der Quecksilberlösung sich in salpetersaures Natron und Sublimat umgesetzt hat. Ueber diese Grenze hinaus, bringt ein einziger Tropfen der Quecksilberlösung eine bleibende weisse Trübung hervor.

Wenn man die Quecksilbermenge in der Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds kennt, welche man einer kochsalzhaltigen Harnstofflösung von unbekanntem Gehalt an Kochsalz, bis zur Entstehung des bleibenden Niederschlages zugesetzt hat, so weiss man den Chlor- oder Kochsalzgehalt dieser Lösung. 1 Aeq. Hg in der verbrauchten Lösung entspricht genau 1 Aeq. Cl.

Die zur Bestimmung des Kochsalzes im Harn bestimmten Lösungen von salpetersaurem Quecksilberoxyd sind so titrirt, dass

1 C. C. derselben 10 Milligr. Kochsalz entspricht.

Auch zur Bestimmung des Chlornatriums ist es nöthig, die Phosphorsäure des Harns vorher auszufällen. Dies geschieht ebenso wie bei der Harnstoffbestimmung. Das Filtrat vom Barytniederschlag aber wird hier mit Salpetersäure schwach angesäuert.

Von dieser schwach sauren Flüssigkeit misst man sich, mittelst einer Pipette 15 C. C. = 10 C. C. Harn in ein kleines Becherglas, füllt die titrirte Quecksilberlösung in die Bürette, stellt dieselbe auf 0 und setzt nun vorsichtig die Quecksilberlösung zu dem Harn im Becherglase, den man in rotirende Bewegung versetzt. Die ersten Tropfen schon bringen eine Trübung hervor, die aber beim Umschütteln sogleich wieder verschwindet; verschwindet dieselbe beim Umschütteln nicht mehr, so liest man die Anzahl der verbrauchten C. C. der Quecksilberlösung ab. Mit 10 multiplicirt, giebt sie die Menge des in 10 C. C. Harn enthaltenen Kochsalzes in Milligrammen an.

Hätte man 11,5 C. C. Quecksilberlösung verbraucht, so hätten wir 11,5 $\times$ 10 = 115 Milligr. Kochsalz in 10 C. C. Harn, daher in 1000 C. C. 11,5 Grm. Kochsalz.

Diese Methode der Kochsalzbestimmung ist eben so genau, als leicht und schnell auszuführen.

Die Mohr'sche Methode der Chlorbestimmung im Harn gründet sich darauf, dass, wenn Chlormetalle und chromsaure Salze sich zugleich in einer neutralen Lösung befinden, bei allmählichem Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd und Umrühren, so lange nur weisses Chlorsilber gefällt wird, als noch Chlor in Lösung ist. So wie alles Chlor als Chlorsilber niedergeschlagen ist, wird beim weiteren Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd, rothes chromsaures Silberoxyd gefällt. Bei der Ausführung fällt man Phosphorsäure etc. aus, gerade wie bei der Harnstoffbestimmung, neutralisirt das Filtrat, und setzt zu einer, 10 C. C. des ursprünglichen Harns entsprechenden Volumensmenge desselben, tropfenweise neutrales chromsaures Kali zu, bis die Flüssigkeit gerade deutlich gelb erscheint. Sodann lässt man aus einer Bürette die titrirte Silberlösung unter Umrühren allmählich einfliessen, bis der Niederschlag auch nach inniger Mischung, eine röthliche Färbung annimmt. Bei der gewöhnlichen Titrestellung der Silberlösung entspricht 1 C. C. derselben 10 Milligr. Chlornatrium.

Phosphorsäure.

Auch die Phosphorsäure des Harns kann maassanalytisch bestimmt werden

und zwar durch eine titrirte Lösung von essigsaurem Uranoxyd. Diese Methode beruht einfach auf der Fällbarkeit der Phosphorsäure durch essigsaures Uranoxyd als phosphorsaures Uranoxyd, welches in freier Essigsäure unlöslich ist. Der geringste Ueberschuss der zugesetzten Uranoxydlösung giebt sich durch eine röthliche Färbung zu erkennen, welche die Flüssigkeit auf Zusatz von Ferrocyankalium annimmt.

Man misst 50 C. C. in ein Becherglas, fügt 5 C. C. einer Mischung von essigsaurem Natron und freier Essigsäure hinzu, welche im Liter 100 Grm. krystallisirtes essigsaures Natron und 100 C. C. starke Essigsäure enthält und lässt in die auf dem Wasserbade erwärmte Mischung, aus einer Bürette so lange die titrirte Uranoxydlösung hinzufliessen, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit einem Tropfen Ferrocyankaliumlösung eine erkennbare braunröthliche Färbung annimmt. Die Uranoxydlösungen sind zweckmässig so titrirt, dass 1 C. C. derselben 0,005 Grm. Phosphorsäure anzeigt.

Um die an Erden gebundene Phosphorsäure allein zu bestimmen, fällt man eine Partie Harn mit Ammoniak, löst den Niederschlag in möglichst wenig Essigsäure und bestimmt in dieser Lösung die Phosphorsäure auf die oben angegebene Weise.

Schwefelsäure.

Die maassanalytische Bestimmung der Schwefelsäure im Harn gründet sich darauf, dass, wenn der Harn vorher mit Säuren angesäuert wurde, Chlorbaryum im Wesentlichen nur schwefelsauren Baryt fällt. Der Titre der Chlorbaryumlösungen ist zweckmässig so gestellt, dass 1 C. C. derselben 10 Milligr. Schwefelsäure entspricht.

Man misst mit einer Pipette 100 C. C. Harn in ein Becherglas, säuert mit einigen Tropfen Salpetersäure an und fügt sodann aus der Bürette so lange von der titrirten Chlorbaryumlösung hinzu, bis alle Schwefelsäure gefällt ist. Man erkennt dieses, indem man wiederholt kleine Proben der über dem schwefelsauren Baryt stehenden Flüssigkeit abfiltrirt und dieselbe auf Ueberschuss an Chlorbaryum mit schwefelsaurem Natron und auf ungefällte Schwefelsäure mit Chlorbaryum prüft. Man liest sodann die Anzahl der verbrauchten C. C. Probelösung ab, multiplicirt mit 10 und hat die Menge der Schwefelsäure für 100 C. C. Harn. Man muss vor der Probe so lange warten, bis sich der schwefelsaure Baryt möglichst abgesetzt hat.

Kalk und Magnesia.

Die maassanalytische Bestimmung der alkalischen Erden: Kalk und Magnesia, gründet sich darauf, dass eine Lösung von übermangansaurem Kali durch Oxalsäure entfärbt wird. Setzt man zu einer Oxalsäure enthaltenden Flüssigkeit übermangansaures Kali, so tritt mit dem Momente eine bleibend rosenrothe Färbung ein, wo alle Oxalsäure oxydirt ist.

Bei der Ausführung fällt man, aus zwei gleichen Quantitäten Harn durch Ammoniak sämmtliche phosphorsaure Erden aus, sammelt die Niederschläge auf zwei Filtern und bestimmt nach dem Auswaschen, in der einen Hälfte derselben die Phosphorsäure wie oben maassanalytisch. Die andere Hälfte löst man in Essigsäure und fällt aus der Lösung den Kalk durch oxalsaures Ammoniak. Man wäscht den Niederschlag von oxalsaurem Kalk sorgfältig aus, löst ihn in einigen Tropfen Salzsäure und setzt der erwärmten Lösung so lange eine titrirte Auflösung von übermangansaurem Kali zu, bis die Flüssigkeit eine bleibende schwach rosenrothe Färbung angenommen hat. War die Chamäleonlösung so titrirt, dass 1 C. C. derselben 0,010 Gr. Oxalsäure entspricht, so hat man die verbrauchten C. C. der Lösung mit 10 zu multipliciren und erhält so das Gewicht der Oxalsäure, welche in der Lösung des oxalsauren Kalkes enthalten war. 10 Milligr. Oxalsäure aber entsprechen 7,7 Milligr. Kalk. Aus der so gefundenen Menge Kalk berechnet man die Menge der Phosphorsäure, die damit in dem Ammoniakniederschlage verbunden war und zieht man diese Phosphorsäure von der direct

bestimmten Phosphorsäure ab, so bleibt als Differenz die Phosphorsäure, welche an Magnesia gebunden ist und es lässt sich aus diesen Prämissen die Menge der letzteren leicht berechnen.

Ammoniak.

Zur Bestimmung des Ammoniaks im Harn benutzt man eine zuerst von Schlösing angegebene Methode, welche sich einfach darauf gründet, dass eine, freies Ammoniak enthaltende wässerige Lösung an der Luft ihr Ammoniak schon nach relativ kurzer Zeit, bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten lässt, und dass verdünnte Schwefelsäure, in einem abgeschlossenen Raume sämmtliches Ammoniak absorbirt. Bringt man also eine Ammoniak enthaltende wässerige Lösung, z. B. Harn, neben ein bestimmtes Volumen einer titrirten Schwefelsäure in einen abgeschlossenen Raum, so ist nach einiger Zeit alles Ammoniak von der Schwefelsäure absorbirt und eine äquivalente Menge der letzteren in schwefelsaures Ammoniak verwandelt, die sich durch Zurücktitriren der nicht gesättigten, mit Natronlauge von bestimmtem Gehalt leicht bestimmen lässt.

Säuregrad.

Für bestimmte physiologische und ärztliche Zwecke ist es von Interesse, den Grad der sauren Reaction des Harns vergleichen zu können, oder, wie man sich auch wohl nicht ganz richtig ausdrückt, die „freie Säure“ des Harns zu bestimmen. Da die saure Reaction des Harns von sauren Salzen herrührt, so kann von einer eigentlich freien Säure im chemischen Sinne nur dann die Rede sein, wenn ausser diesen sauren Salzen des Harns auch wirklich freie Säuren, wie z. B. Milchsäure, zugegen sind. Da aber dieses Letztere wirklich der Fall sein kann, so kann man den Säuregrad des Harns, in einer zur Vergleichung geeigneten Weise nur dadurch bestimmen, dass man das Sättigungsvermögen sauer reagirenden Harns, mit dem einer bekannten beliebigen Säure vergleicht. Man ist unter den Aerzten übereingekommen, als Ausgangspunkt des Vergleichs, die Oxalsäure zu wählen und es geschieht dies dadurch, dass man eine bekannte Harnmenge mit einer Aetznatronlösung genau neutralisirt, von der jeder C. C. 10 Milligr. Oxalsäure entspricht. Die Säure des Harns wird also durch eine äquivalente Menge Oxalsäure willkürlich ausgedrückt.

Versuche, aus dem specif. Gewicht des Harns seinen Gehalt an festen Stoffen und an Harnstoff zu berechnen.

Es muss hier noch erwähnt werden, dass man versucht hat, für ungefähre Berechnungen der festen Stoffe des Harns und des Harnstoffs, das specifische Gewicht desselben zu benutzen, da Letzteres in einer jedenfalls nahen Beziehung zu den im Harn aufgelösten Stoffen steht. Man erhält nach zahlreichen vergleichenden Untersuchungen, approximativ den Gehalt des Harns an festen Stoffen, indem man von dem gefundenen specifischen Gewichte 1000 abzieht und den Rest verdoppelt. Hätte z. B. ein Harn ein specifisches Gewicht von 1,017, so hätte man $1017 - 1000 = 17 . 2 = 34$ Thle. feste Bestandtheile in 1000 Thln. Harn (Trapp'sche Formel). Ein, wie es scheint noch genaueres Resultat erhält man, wenn man die drei letzten Stellen des auf vier Decimalen bestimmten specifischen Gewichts mit 0,233 multiplicirt (Neubauer).

Haughton hat versucht, aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen eine bestimmte als Regel benutzbare Beziehung, zwischen Harnstoffgehalt und specifischem Gewicht des Harns abzuleiten. Die von ihm aufgestellten Regeln wurden aber von Nicholson in einer grösseren Anzahl von Fällen nicht bewährt gefunden, daher wir sie hier übergehen.

Mittlere Gewichtsmengen der einzelnen Harnbestandtheile, welche mit dem Harn innerhalb 24 Stunden ausgeschieden werden.

Gewichtsmengen der innerhalb 24 Stunden durch den Harn ausgeschiedenen Stoffe.

So zahlreich die über diese Frage angestellten Beobachtungen sind, so darf man doch bei der Verwerthung der erhaltenen Resultate nie ausser Acht lassen, dass Mittelzahlen nur dann eine wahrhafte Berechtigung beanspruchen können, wenn sie aus wirklich gleichartigen Beobachtungen gezogen werden. Wenn man aber nachsieht, wie es mit diesem Postulate bei der Feststellung der Mittelzahlen, für die bei gesunden Menschen innerhalb 24 Stunden durch den Harn entleerten Stoffe steht, so findet man, dass die Gleichartigkeit meist nur darin besteht, dass sich die Versuche auf gesunde Individuen im mittleren Lebensalter und von gewöhnlicher gemischter Nahrung Lebende beziehen. Da aber, wie wir später sehen werden, auf die Zusammensetzung des Harns Alter, Geschlecht, Tageszeit, Genuss von Flüssigkeiten, Fleischquantum der Nahrung, Ruhe und Bewegung, Genuss geistiger und stimulirender Getränke und mehrere andere Momente den grössten Einfluss ausüben, so ist die Gleichartigkeit der Beobachtungen nur in sehr beschränktem Maasse gegeben und es würde der Werth der gewonnenen Zahlen gänzlich in Frage stehen, wenn nicht dieselben, sowie sie von verschiedenen Beobachtern aus meist sehr zahlreichen Beobachtungen abgeleitet wurden, unter sich nicht allein, sondern auch mit anderen verglichen, eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zeigten.

Jedenfalls können diese Zahlen nur dazu dienen, von den factischen Stoffausscheidungen durch den Harn, ein ungefähres Bild zu geben. Aus den nachstehenden Tabellen wird sich ausserdem ergeben, dass die für die Zusammensetzung des Harns eines 23jährigen gesunden, 72 Kilogramm schweren Mannes, der eine regelmässige Lebensweise führte und gemischte Nahrung genoss, aus einer 8tägigen Beobachtungsdauer abgeleiteten Zahlen, mit denjenigen ziemlich nahe übereinstimmen, die J. Vogel aus grossen, an verschiedenen Individuen von ihm und seinen Schülern angestellten Untersuchungsreihen gezogen hat.

Die Methoden, welche bei diesen Untersuchungen zur Anwendung kamen, waren die oben beschriebenen zuverlässigen.

Die in 24 Stunden ausgeschiedene Menge des Kreatinins bei gemischter Nahrung und bei einer Harnmenge von 1500 bis 1600 C. C., beträgt nach den Versuchen von Neubauer 0,6 bis 1,3 Grm. Stopczansky fand in seinem Harn 0,712, 0,946, 1,28, 1,334 Grm. Munk 0,77 bis 1,23 Grm. Ueber die Mengen der innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Hippursäure schwanken die Angaben sehr, was zum Theil auf Rechnung der wenig genauen Bestimmungsmethoden zu setzen ist. Während Hallwachs aus der 24stündigen Urinmenge verschiedener Personen, selbst bei überwiegender Fleischdiät, nahezu 1 Grm. Hippursäure erhielt, fand Bence-Jones im Mittel aus 7, an zwei Personen

Bestandtheile	Kerner. 23jähr. Mann. 72 Kilogramm schwer. 8tägige Beobachtungsdauer. In 24 Stunden				J. Vogel. Mittelzahlen aus zahlreichen an verschiedenen Individuen angestellten Beobacht.	
	Minimum	Maximum	Mittel	Für 1 Kilogr.	In 24 St.	In 1000 Th. Harn
Harnmenge	1090 C. C.	2150 C. C.	1491 C.C.	20,7 C. C.	1500	—
Specif. Gewicht . .	1,015	1,027	1,021	—	1 020	—
Wasser	—	—	—	—	1440	960
Feste Stoffe . . .	—	—	—	—	60	40
Harnstoff	32,00	43,4	38,1	0,53	35	23,3
Harnsäure	0,69	1,37	0,94	0,01	0,75	0,5
Chlornatrium . . .	15,00	19,20	16,8	0,23	16,5	11,0
Phosphorsäure . .	3,00	4,07	3,42	0,05	3,5	2,3
Schwefelsäure . .	2,26	2,84	2,48	0,03	2,0	1,3
Phosphors. Kalk .	0,25	0,51	0,38	0,005	—	—
„ Magnesia	0,67	1,29	0,97	0,01	—	—
Gesammtmenge der Erdphosphate . .	0,93	1,73	1,35	0,02	1,2	0,8
Ammoniumoxyd . .	0,74	1,01	0,83	0,01	0,65	0,4
Freie Säure	1,47	2,20	1,95	0,02	3,0	2,0

angestellten Bestimmungen nur 0,39 Grm., als Maximum 0,49, als Minimum 0,26 Grm.

Von den phosphorsauren Salzen des Harns betragen im Allgemeinen die Erdphosphate $^1/_3$, das phosphorsaure Natron $^2/_3$ der Gesammtmenge. Jene der phosphorsauren Erden scheint geringeren Schwankungen zu unterliegen, wie die der phosphorsauren Alkalien (Zinsser).

Gasgehalt des Harns.

Gasgehalt des Harns. Ueber den Gasgehalt des Harns und über die Zusammensetzung dieser Gase, sind in jüngster Zeit Untersuchungen von Planer und Cl. Bérnard angestellt, die im Allgemeinen zu übereinstimmenden Resultaten führten und ergaben, dass im Harn Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff aufgelöst sind, letzteres Gas aber in so geringer Menge, dass es kaum in Betracht kommt. Der Gasgehalt des Harns stellt sich nach den Beobachtungen von Planer, geringer als der des Blutes und die Kohlensäure macht den bei Weitem grössten

Theil desselben aus, ist aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Die in Anwendung gezogene Methode bei den Untersuchungen, war die von L. Meyer für die Bestimmung der Blutgase benutzte. Die durch Weinsäure aus dem ausgekochten Harn gewonnene Kohlensäure, wurde als gebundene angenommen. Wir stellen die von Planer und von Cl. Bérnard gewonnenen Resultate tabellarisch zusammen, schicken aber erläuternde Bemerkungen voraus.

In den Analysen von Planer, der auch die Dichtigkeit des Harns und seinen Harnstoffgehalt bestimmte, betrifft I. einen Harn, der 5 Stunden nach dem Frühstück entleert wurde, II. einen Morgenharn nach 14stündigem Fasten und Wassertrinken excernirt, III. 2 Stunden nach dem Mittagessen, IV. nach dem Genusse von 3 Drachmen Weinstein, V. nach dem Genusse von 2 Drachmen neutralem weinsauren Kali. Die bei Krankheiten angestellten Beobachtungen sollen weiter unten angegeben werden. Näheres Detail über die Bérnard'sche Analyse fehlt.

Nro. des Versuches und Beobachter		Harn in C. C.	Specifisches Gewicht	Harnstoff in 1000 Theilen Harn	In 1000 Cubikcentimeter Harn				Kohlensäure			In 100 Vol. Harngasen		
					Gesammtes Gas	Freies Gas	Sauerstoff	Stickstoff	freie	gebundene	gesammte	Kohlensäure	Stickstoff	Sauerstoff
I.	Planer	375	1,015	15,4	75,48	54,7	0,6	8,7	45,4	20,8	66,2	83,0	15,8	1,1
II.	Planer	240	1,011	13,7	71,20	52,4	0,2	8,0	44,1	18,8	62,9	84,2	15,2	0,5
III.	Planer	270	1,021	24,3	160,5	108	0,5	7,8	99,6	52,5	152,1	92,3	7,2	0,5
IV.	Planer	135	1,013	14,4	164,3	136,7	0,8	10,9	125	27,6	152,6	91,4	8	0,6
V.	Planer	135	1,009	6,8	62,2	62,2	0,46	12,84	48,9	0	48,9	78,6	20,6	0,7
VI.	Cl. Bérnard	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78,8	18,6	2,5

Der Gehalt des Harns an Kohlensäure nimmt während der Verdauungsperiode zu, wie dies auch für das Blut nach unseren bisherigen Erfahrungen zu gelten scheint; ebenso bedingt Genuss von saurem weinsauren Kali eine Vermehrung der Kohlensäure.

In neuester Zeit stellte Morin ähnliche Untersuchungen über die Gase des menschlichen Harns an. Der Harn wurde ohne Luftzutritt über Quecksilber gesammelt und bei gewöhnlicher Temperatur ausgepumpt; aus dem, über dem Harn gebildeten Torricelli'schen Vacuum, wurden die Gase in die zur Untersuchung dienenden Apparate übergefüllt. Aus dem unvollständigen Auspumpen möchten sich die von Planer's stark abweichenden Resultate erklären. Morin erhielt nämlich bedeu-

tend weniger Gas, im Mittel mehrerer Versuche 2,44 Volumprocente und bedeutend weniger Kohlensäure, für 100 Vol. Harngase 65,4 Vol.-Proc. Kohlensäure, während die für den Stickstoff und Sauerstoff gefundenen Zahlen, mit den Planer'schen gut übereinstimmen. Morin giebt selbst an, dass nach dem Auspumpen gewöhnlich noch $^1/_5$ der Gase im Harn zurückgeblieben war. Die Morin'schen Zahlen sind daher mit den Planer'schen nicht direct vergleichbar. Aus den, zur Erörterung der Frage, welchen Einfluss gesteigerte Wasseraufnahme und Ruhe und Bewegung, auf die Zusammensetzung der Harngase ausüben, von Morin angestellten Versuchen geht hervor, dass starke Wasseraufnahme eine Verminderung der Kohlensäure und eine Vermehrung des Sauerstoffs zur Folge hat, so wie, dass nach starker Körperbewegung, die Menge der Gase des Harns überhaupt und namentlich die der Kohlensäure vermehrt ist.

Quantitative Zusammensetzung der Harnasche.

Harnasche.

Da sich die anorganischen Bestandtheile des Harns direct und mit grosser Genauigkeit bestimmen lassen, so erscheint eine Analyse der Harnasche nur insofern von Interesse, als sie zur Vergleichung mit der Asche der Fäces einerseits und des Bluts andererseits benutzt werden kann, eine Vergleichung, die einen Ueberblick über die Vertheilung der anorganischen Ausgaben des Thierkörpers gestattet. Wir stellen daher auch die von Porter ausgeführte Analyse der Asche des menschlichen Harns, mit der von demselben Chemiker angestellten Analyse der Fäces desselben Individuums, welches den Harn lieferte und mit einer Analyse der Blutasche des Menschen zusammen.

Vergleichung der Asche des Harns, der Excremente, des Blutes und der Nahrung.

Bestandtheile in 100 Theilen Asche	Harn. Porter	Fäces. Porter	Blut. Verdeil	Harn und Fäces nach Abzug des Na Cl	Nahrung nach Abzug von Na Cl
Chlornatrium . . .	67,26	4,33	55,63	—	—
Kali	13,64	6,10	11,24	28,69	39,75
Natron	1,33	5,07	6,27	4,53	3,69
Kalk	1,15	26,46	1,85	12,48	2,41
Bittererde	1,34	10,54	1,26	6,69	7,42
Eisenoxyd	Spur	2,50	8,68	0,97	0,79
Phosphorsäure . .	11,21	36,03	11,10	25,62	42,52
Schwefelsäure . . .	4,06	3,13	1,64	9,05	1,86
Kohlensäure . . .	—	5,07	6,95	1,97	1,12
Kieselsäure	—	—	—	—	0.44

Die Zusammensetzung der Asche der Fäces und des Harns (combinirt), ist der der Nahrung, wie sie Porter aus den Aschenanalysen der einzelnen Bestandtheile gemischter Nahrung annähernd berechnet hat, sehr ähnlich, mit Ausnahme des Kalks und der Schwefelsäure. Der beträchtlichere Kalkgehalt der Excremente (Harn und Fäces) erklärt sich aus dem bedeutenden Kalkgehalt des Trinkwassers, der höhere Schwefelsäuregehalt derselben aber aus dem Umstande, dass die Schwefelsäure des Harns zum Theil erst im Organismus, durch Oxydation des Schwefels der Albuminate und Albuminoide erzeugt wird, während sich in den Fäces gewöhnlich auch schwefelhaltige Umsatzproducte der Galle finden.

Schwankungen der durch den Harn ausgeschiedenen Gewichtsmengen der verschiedenen Bestandtheile desselben unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen.

Schwankungen in der Ausscheidung von Stoffen durch den Harn unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.

So gewiss es ist, dass die Mengen der durch den Harn ausgeschiedenen Producte der Stoffmetamorphose, unter verschiedenen physiologischen Bedingungen beträchtlichen Schwankungen unterliegen und so zahlreiche Untersuchungen über den Einfluss dieser physiologischen Bedingungen angestellt sind, so sicher ist es andererseits, dass wir noch weit davon entfernt sind, einen allgemein gültigen Ausdruck für den Wirkungswerth dieser verschiedenen physiologischen Bedingungen gewonnen zu haben. Der Grund, warum so viele Mühe häufig eine so geringe und zweifelhafte Ausbeute gegeben hat, ist einfach der, weil bei der von den verschiedenen Beobachtern eingeschlagenen Methode, dem ersten Postulate: der Eliminirung aller übrigen Einflüsse, oder der Eruirung ihres Wirkenswerthes nicht Genüge geleistet werden konnte, oder weil versäumt wurde, auf alle Momente Rücksicht zu nehmen. Die meisten derartigen Untersuchungen sind an Menschen angestellt und in der That ist es gerade hier von ganz besonderem Interesse, namentlich für den Arzt, die Gesetze der Stoffausscheidung zu ermitteln. Allein hier ist es auch am schwierigsten, obigem Postulate zu genügen, ja bis zu einem gewissen Grade ist dies geradezu unmöglich und damit geht auch die Beweiskraft der erlangten Resultate mehr oder weniger vollständig verloren. Vermag man andererseits bei Thieren allen Anforderungen der Kritik zu genügen, so fragt es sich, inwiefern an Thieren gewonnene Resultate auf den menschlichen Organismus übertragen werden können. Eine wirkliche Kenntniss der Wirkungswerthe der verschiedenen Bedingungen für die Stoffausscheidungen durch den Harn, setzt die genaueste Kenntniss der Gesetze des Stoffwechsels überhaupt voraus. Von einer solchen sind wir aber leider noch sehr weit entfernt. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich die keineswegs erfreuliche Thatsache, dass die verschiedenen Beobachter, bei der versuchten Feststellung des Einflusses verschiedener Momente auf die Stoffausscheidung durch den Harn, nicht

selten zu geradezu sich widersprechenden Resultaten gelangt sind, zur Genüge. Sie werden es aber auch rechtfertigen, wenn wir in Nachstehendem nur Dasjenige geben, was in sich die meiste Garantie der Richtigkeit darbietet, aber auch dieses nur mit allem hier so nöthigen Vorbehalte.

1. Ausscheidung des Harnstoffs.

Harnstoff.

Die innerhalb gewisser Zeiträume mit dem Harn ausgeschiedenen Harnstoffmengen erscheinen abhängig:

Allgemeine Bedingungen seiner Ausscheidungsgrösse.

Allgemein ausgedrückt: 1. von der Masse des Körpers an Fett und Fleisch; 2. von der Menge und Qualität der genossenen Nahrung; 3. von der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs; 4. von der Stärke der Saftströmung im Thierorganismus.

Im Besonderen von folgenden Momenten:

Einfluss des Geschlechts und Alters,

Einfluss des Geschlechtes und des Alters. Als mehr oder weniger constatirt ist darüber Nachstehendes zu betrachten:

Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen absoluten Harnstoffmengen sind bei Männern grösser, als bei Frauen und Kindern und nehmen mit dem Körpergewichte im Allgemeinen ab, allein keineswegs im geraden Verhältnisse. Bei kleinen Kindern, beträgt die für die Einheit des Körpergewichtes ausgeschiedene Harnstoffmenge sogar mehr als bei Erwachsenen, am geringsten ist die Harnstoffausscheidung bei Greisen. Für diese Angaben sind die Gewährsmänner Becquerel, Lecanu, Bischoff, Scherer.

der Harnmenge,

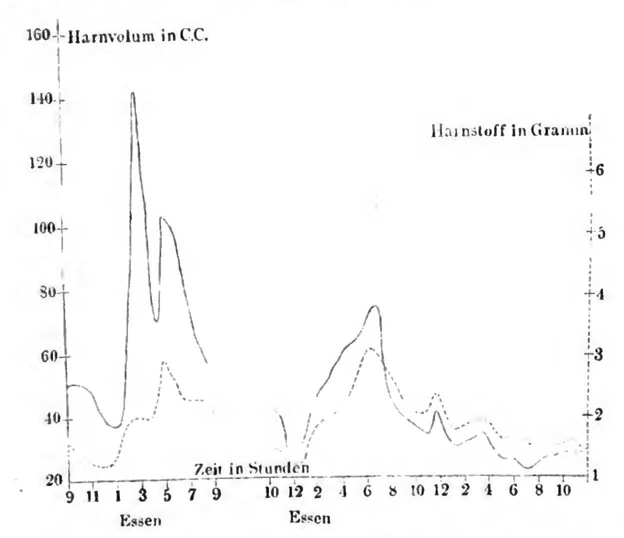
Einfluss der Harnmenge. Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Harnstoffmengen, alles Uebrige gleichgesetzt, steigen mit der innerhalb dieser Zeit gelassenen Harnmenge. Ein reichlich gelassener, wenngleich verdünnter Harn, führt mehr Harnstoff aus dem Körper, als ein sparsam ausgeschiedener, aber an und für sich an Harnstoff reicherer (Bischoff, Becher, Kaupp, Genth). Dies gilt selbst für den Harn, der zur selben Zeit aus den beiden Nieren desselben Thieres excernirt wird (Ludwig, Hermann). Legt man den Ureter beiderseits bloss und fängt den Harn auf, so zeigt sich, dass die Nieren zu gleichen Zeiten ungleiche Harnvolumina absondern und zwar von ungleichem Harnstoffgehalt; dem Mehr des Harns entspricht ein Mehr des Harnstoffs. Diese Verhältnisse sind deshalb von Bedeutung, weil sie die Unmöglichkeit darthun, aus der Analyse einer beliebigen Harnportion, irgend welche Schlüsse für den Stoffwechsel zu ziehen.

der Zahl der Harnentleerungen.

Einfluss der Zahl der Harnentleerungen. Die innerhalb einer gewissen Zeitperiode ausgeschiedenen Harnstoffmengen sind bedeutender, wenn häufige, wie wenn seltene Harnentleerung stattfindet. Man erklärt dies aus einer theilweisen Resorption des Harns bei längerem Verweilen in der Blase (H. Kaupp).

Einfluss der Tageszeiten.

Einfluss der Tageszeiten. Die mit dem Harn ausgeschiedenen Harnstoffmengen sind keineswegs in den verschiedenen Tageszeiten gleich, sondern es finden beträchtliche Schwankungen in der Harn- und Harnstoffmenge statt, vom Morgen bis in die späteren Nachmittagsstunden, wo das Maximum erreicht wird, um von da ab wieder zu sinken. Die Essenszeit macht sich dabei in der Weise geltend, dass kurze Zeit nach der Mahlzeit der Harnstoffgehalt zu steigen beginnt, nach etwa 6 Stunden seinen Höhepunkt erreicht und dann wieder sinkt. Sinken und Steigen geht mit Schwankungen um eine mittlere Linie vor sich. Mit dem Steigen und Fallen des Harnstoffs, steigt und fällt auch die Harnmenge, jedoch durchaus nicht genau proportional. Untenstehende, diese Verhältnisse erläuternde graphische Darstellung ist Ludwig's Lehrbuch der Physiologie entlehnt (nach Becher's und Voit's Untersuchungen). Die ausgezogenen Curven beziehen sich auf das stündliche Harnvolumen, die punctirten auf den Harnstoff:



Auch bei vollkommen gleicher Lebensweise, stellt sich die tägliche Harnstoffmenge nicht von einem zum andern Tage gleich, sondern schwankt auf und ab in mehr oder weniger regelmässigen Perioden und Abständen.

des Geschlechtslebens.

Einfluss des Geschlechtslebens. Nach Beigel soll bei Frauen während der Menstruation die Harnstoffausscheidung ab-, dann aber wieder zunehmen; es bedürfte aber wohl zahlreicherer Untersuchungen, um dieses Verhältniss bestimmt zu constatiren.

In den letzten Monaten der Schwangerschaft ist die Harnstoffausscheidung normal. Bei Gebärenden und ganz besonders in der zweiten Geburtsperiode, stellt sich eine vermehrte Ausscheidung des Harnstoffs ein, welche in der Regel der Temperaturzunahme parallel geht. Bei Wöchnerinnen nimmt die Harnstoffausscheidung wieder ab (Winckel).

Einfluss der Ruhe und Bewegung.

Einfluss der Ruhe und Bewegung. Aus den zahlreichen hierüber angestellten Versuchen ergiebt sich mit voller Bestimmtheit nur so viel, dass dieser Einfluss lange nicht so bedeutend ist, als man früher annahm und a priori hätte erwarten sollen, ja es ist dadurch nicht einmal entschieden, ob körperliche Bewegung eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung wirklich zur Folge habe. Die von Draper, C. Lehmann, Speck, Hammond, Genth, Mosler u. A. beim Menschen erlangten Versuchsresultate sind ungemein schwankend und es ergaben die Versuche, nach körperlicher Anstrengung in einigen Fällen eine geringe Vermehrung, in anderen aber sogar Verminderung der Harnstoffausscheidung, wobei hervorgehoben zu werden verdient, dass letzteres vorzugsweise bei reichlicher Schweisssecretion der Fall war. Auch Voit zieht aus seinen Versuchen an Hunden den Schluss, dass eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung nach körperlicher Anstrengung zwar eintrete, aber in nur geringem Grade und ist geneigt, dieselbe nicht sowohl auf einen gesteigerten Umsatz von Albuminaten, als vielmehr auf die, anstrengende Bewegung begleitenden allgemeinen Körperbedingungen, insbesondere den beschleunigten Säftestrom zurückzuführen. Damit stimmen, von J. Ranke an sich selbst angestellte Beobachtungen überein, während A. Fick und Wislicenus gar keine Vermehrung der Harnstoffausscheidung nach starker Bewegung (Besteigung des Faulhorns) an sich selbst beobachteten.

der Temperatur.

Einfluss der Temperatur. Nach den Versuchen von Kaupp soll bei höherer Temperatur, in 24 Stunden etwas weniger Harnstoff ausgeschieden werden, wie bei niederer. Hier dürfte wohl die, durch die Schweissbildung bedingte Verminderung der Harnmenge zunächst in Betracht kommen.

der Nahrung.

Einfluss der Nahrung. Wie auf den Stoffumsatz überhaupt, so übt auch auf die innerhalb gewisser Zeitabschnitte erfolgende Harnstoffausscheidung, Quantität und Qualität der Nahrung den bestimmendsten Einfluss aus.

Bei Entziehung aller Nahrung nimmt die innerhalb gewisser Zeiträume ausgeschiedene Harnstoffmenge im Allgemeinen ab, allein nach den übereinstimmenden Beobachtungen verschiedener Physiologen und Chemiker (Lassaigne, Scherer, Becher, C. Schmidt, Frerichs, Bischoff, O. Schultzen) dauert sie bis zum eintretenden Hungertode, sowohl bei Thieren als Menschen fort, geschieht also auf Kosten der Gewebe.

Stickstoffreiche, aus Albuminaten (Fleisch, Eier und dergl.) bestehende Nahrung, sowie solche, welche reichliche Mengen von leimgebenden Geweben oder Leim enthält, steigert die Harnstoffausscheidung und zwar nimmt das Gewicht des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs annähernd in dem Maasse zu, als die Menge der stickstoffreichen Nahrung wächst.

Diese Vermehrung des Harnstoffs durch Fleischnahrung, hat aber eine Grenze, über die hinaus eine weitere Vermehrung nicht mehr stattfindet (Bischoff und Voit).

Fett und Kohlehydrate vermindern die Harnstoffausscheidung, so dass dasselbe Thier weniger Harnstoff liefert, beim ausschliesslichen Genusse von Wasser und Fett, oder selbst bei einer reichlichen Nahrung aus Amylum und Fett mit einem geringen Zusatz von Albuminaten, als bei vollständiger Nahrungsentziehung.

Eine aus Mehl, Fett und Fleisch gemischte Nahrung erzeugt, gleiche Nierenthätigkeit vorausgesetzt, weniger Harnstoff, als dieselbe Menge von Fleisch für sich allein genommen (Bischoff, Hoppe, Botkin).

Ein Zusatz von Fett dagegen zu reichlicher Fleischnahrung, bringt eine Verminderung der Harnstoffausscheidung nicht hervor, dieselbe steigt vielmehr in demselben Maasse, wie wenn vermehrte Mengen von Fleisch allein gefüttert werden (Bischoff und Voit).

Einfluss des Trinkens.

Einfluss des aufgenommenen Wassers. Reichliches Trinken steigert, nach übereinstimmenden Beobachtungen bei Menschen und Thieren, den Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile und somit auch die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedene Harnstoffmenge. Mit der Menge des aufgenommenen Wassers und mit der Harnmenge, steigt die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs, wenn auch der procentische Gehalt des Harnstoffs noch so sehr sinkt (Bischoff, Boecker, Becquerel, Chossat, Lehmann, Voit). Den Grund dieser Erscheinung hat man darin zu suchen, dass bei vermehrter Wasseraufnahme mehr Parenchymflüssigkeit durch die Gewebe geht und damit der intermediäre Stoffkreislauf, somit auch die Eiweisszersetzung und Harnstoffbildung vergrössert wird (Voit).

Gleiche Mengen fester und flüssiger Nahrung, erzeugen unter sonst gleichen Bedingungen nicht gleich viel Harnstoff. War die Nahrung trocken und wird sie später mit Wasser versetzt, so wirkt dieselbe Menge Wasser viel mehr steigernd, als wenn längere Zeit hindurch die Nahrung selbst schon wasserreich war (Mosler). Auch soll Wasser, welches man während des Essens trinkt, eine bedeutendere Harnstoffvermehrung bewirken, wie solches, welches erst nach der Verdauung der festen Speisen getrunken wird.

des Kochsalzes.

Einfluss des Kochsalzes in der Nahrung. Kochsalzzusatz zur Nahrung bedingt eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Der

Grund dieser Erscheinung liegt darin, dass es die Saftströmung im Organismus verstärkt und damit auch den Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile steigert (Voit). Die gesteigerte Saftströmung erfolgt auch, ohne dass mehr getrunken wird; um das Salz aus dem Körper in den Harn abzuscheiden, ist Wasser nöthig, wird dieses nicht von aussen zugeführt, so wird es dem, sonst durch die Lungen ausgeschiedenen oder den Organen entnommen.

Aehnlich wie Kochsalz wirken andere Salze, wie z. B. Salpeter. Die Angabe Seegen's, auf Versuche an Hunden sich stützend, dass Glaubersalzzusatz zur Nahrung eine Verminderung der Harnstoffausscheidung zur Folge habe, fand C. Voit bei sehr umsichtig angestellten Beobachtungen nicht bestätigt und auf einer unrichtigen Deutung der Versuchsergebnisse beruhend.

Einfluss des Kaffees, Thees und Alkohols.

Einfluss gewisser Genussmittel. Es gehören namentlich Kaffee, Thee und weingeistige Getränke zu jenen, über deren Wirkungen auf den Stoffwechsel Versuche angestellt sind. Im Allgemeinen kam man dabei zu dem Resultate, dass Thee, Kaffee, Bier und Wein den Stoffwechsel verlangsamen und damit die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs vermindern. Doch hat es auch an widersprechenden Angaben nicht gefehlt, was namentlich für die Wirkung des Thees und Weines gilt (Falck, J. Lehmann).

Auch Tabackrauchen soll nach W. Hammond eine Verminderung der Harnstoffausscheidung veranlassen.

Wäre es zulässig, an Thieren gewonnene Resultate sofort auf den menschlichen Organismus anzuwenden, so könnte man sagen, dass eine Verminderung der Harnstoffausscheidung nach Kaffeegenuss nicht eintritt, indem die Versuche von Voit, an einem Hunde angestellt, mit grösster Bestimmtheit ergeben haben, dass bei diesem Thiere der Kaffee durchaus keine Verminderung der Harnstoffausscheidung bewirkte, ja eher eine Vermehrung, wie eine Verminderung des Stickstoffumsatzes stattfand. Wenn aber auch diese Versuche die bisher an Menschen angestellten Beobachtungen, direct zu widerlegen nicht im Stande sind, so wird doch dadurch das Vertrauen auf die Stichhaltigkeit ihrer Resultate sehr erschüttert und es ergiebt sich daraus die Aufforderung, durch weitere Versuche die Wirkung der Stimulantia auf den Stoffwechsel festzustellen.

von aussen eingeführter chemischer und arzneilicher Präparate.

Einfluss von aussen dem Organismus zugeführter, chemischer Verbindungen und Arzneistoffe. Gewisse Präparate: Harnstoff, Harnsäure, Guanin, Glycin, Theïn und Theobromin, Cubeben und Canthariden innerlich genommen, sollen eine Vermehrung, Ol. Terebinth. äther., Digitalis eine Verminderung der Harnstoffausscheidung bewirken. Doch sind diese Verhältnisse nur mit Bezug auf die Wirkung des Harnstoffs und der Harnsäure genügend festgestellt und namentlich mit Bezug auf letztere erwiesen, dass sie, dem Organismus des Hundes einverleibt, nahezu völlig in Harnstoff umgewandelt wird (Zabelin).

Eine Verlangsamung des Stoffwechsels und demgemäss Verminderung der Harnstoffausscheidung, bewirken selbst kleine Gaben von arseniger Säure in den Kreislauf gebracht, rascher bei directer Injection ins Blut, langsamer, jedoch nicht minder intensiv, bei der Resorption durchs Darmrohr (C. Schmidt und Stürzwage).

2. Ausscheidung der Harnsäure.

Harnsäure.

Die innerhalb einer gewissen Zeit, mit dem Harn ausgeschiedenen Harnsäuremengen zeigen innerhalb allerdings ziemlich enger Grenzen, nicht unbeträchtliche Schwankungen, diese Unregelmässigkeiten werden aber geringer, wenn man statt der täglichen Ausscheidungen mehrtägige vergleicht, so dass man, aus den namentlich von Ranke angestellten Beobachtungen den Schluss ziehen darf, dass die Harnsäureausscheidung ziemlich ebenso regelmässig geschieht, wie die anderer Harnbestandtheile.

Der Einfluss verschiedener physiologischer Lebensbedingungen auf das Maass der Harnsäureausscheidung ist aber viel geringer, wie bezüglich des Harnstoffs und anderer Harnbestandtheile.

Momente, von welchen ihre Ausscheidungsgrösse abhängig ist.

Nach den Beobachtungen von Lecanu und Ranke ist dieselbe namentlich unabhängig von Alter, Geschlecht, Körpergewicht und Körperlänge, sowie von der Jahreszeit.

Dagegen machen die Tageszeiten insofern einen Unterschied, als sie mit der Nahrungsaufnahme im Zusammenhange stehen.

Eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung, giebt sich nach Nahrungsaufnahme zu erkennen und zwar findet ein bestimmter Rhythmus innerhalb der verschiedenen Tageszeiten, in der Weise statt, dass die geringste stündliche Harnsäuremenge in den Vormittagsstunden ausgeschieden wird; nach der Mahlzeit steigt dieselbe und fällt wieder während der Nacht, ohne jedoch das Minimum der Vormittagsstunden zu erreichen.

Der Einfluss der Nahrungsaufnahme giebt sich auch dadurch zu erkennen, dass sich beim Hungern eine Verminderung der Harnsäureausscheidung einstellt, die der Dauer des Hungerns proportional geht (H. Ranke, O. Schultzen).

Die Art der Nahrung ist zwar bezüglich der Harnsäureausscheidung ebenfalls von Einfluss, jedoch nur von sehr untergeordnetem. In den Versuchen von Ranke wurden bei reiner Fleischnahrung täglich im Mittel 0,88 Grm., bei rein vegetabilischer 0,65 Grm. ausgeschieden. Vermehrung der Harnsäureausscheidung beobachteten Koch und G. Meissner, nach dem Genuss sehr fettreicher Nahrung und nach dem Einnehmen von äpfelsaurem Kalk.

Andere Angaben über das Maass der Harnsäureausscheidung, wie Verminderung derselben bei geringer, Vermehrung bei anstrengender

Körperbewegung (Ranke), bei gehinderter Hautsecretion (Marcet), nach dem Genuss alkoholischer Getränke — ruhen auf zu schwankender unsicherer Grundlage; namentlich bestehen über den Einfluss der Bewegung unvermittelte Widersprüche. So fand Speck die Harnsäure bei Bewegung vermehrt, J. Lehmann dagegen normal. Dasselbe gilt von dem angeblich vollkommenen Verschwinden der Harnsäure nach reichlichem Wassergenuss (Genth), welches wohl nur auf Beobachtungsfehlern beruht.

Einfluss grosser Dosen schwefelsauren Chinins bei Gesunden.

Besondere Beachtung verdient aber, dass Ranke bei zahlreichen Versuchen, eine constante Verminderung der Harnsäure nach reichlichen Dosen von schwefelsaurem Chinin beobachtet hat, während dieses Arzneimittel auf die übrigen Harnbestandtheile, keinen wesentlichen Einfluss äussert. Die Harnsäureverminderung währt ungefähr 48 Stunden lang und ist gewöhnlich am zweiten Tage nach der Chinindose am bedeutendsten.

Einverleibung von kohlensaurem Natron, in Dosen von 3 bis 9 Grm. vermindert anfänglich die Ausscheidung der Harnsäure, zuweilen bis auf Spuren, bei gleichzeitig geringerer Harnmenge; bei fortgesetztem Gebrauche aber steigt die Harnsäureausscheidung wieder an (Münch). In vier Fällen fand Seegen, nach dem Trinken von Carlsbader Wasser Verminderung der Harnsäureausscheidung.

Verhältniss der Harnstoff- und Harnsäureausscheidung.

Den theoretischen Voraussetzungen zufolge, sollte man ein umgekehrtes Verhältniss der Harnstoff- und Harnsäureausscheidung erwarten, ein solches konnte aber Ranke bei seinen Versuchen nicht wahrnehmen. Meist fand er zur selben Zeit, Harnsäure und Harnstoff vermehrt oder vermindert. Doch hebt er selbst mit Recht hervor, dass der Beweis einer Vermehrung des Harnstoffs auf Kosten der Harnsäure, beim Menschen auch unter den günstigsten Verhältnissen kaum möglich sei, da die täglichen Schwankungen in der Harnstoffausscheidung viel zu bedeutend sind, um eine so geringe Zunahme, wie sie aus der Oxydation von $^1/_2$ Grm. Harnsäure hervorgehen würde, erkennen zu lassen.

3. Ausscheidung der Hippursäure.

Hippursäure.

Die Ausscheidungsgrösse der Hippursäure im menschlichen Harn, ist zunächst von den Verhältnissen der Nahrung abhängig.

Eine Vermehrung ihrer Ausscheidungsgrösse findet statt, nach dem Genusse von Benzoësäure, Bittermandelöl, Benzoëäther, Zimmtsäure, nach dem Genusse von Vegetabilien, von Früchten (Pflaumen, Reineclaudes, Preisselbeeren, Multebeeren), auch solchen, die nur sehr wenig oder auch gar keine Benzoësäure enthalten; eine Verminderung bis zum vollständigen Verschwinden (Ranke, Duchek) bei Fleischnahrung.

Bei einem Mädchen, welches in Folge von, durch Schwefelsäure be-

wirkten Stricturen des Oesophagus verhungerte, fand O. Schultzen in dem, 16 Tage nach der letzten Nahrungsaufnahme gelassenen Harn von 24 Stunden, 1,16 Grm. Hippursäure, sonach eher eine vermehrte, aber keineswegs eine verminderte Ausscheidung derselben. Dieser Befund ist insofern wichtig, weil er lehrt, dass die Hippursäure, unabhängig von der Nahrung, aus dem Umsatz der Gewebe entstehen kann.

4. Ausscheidung des Kreatins und Kreatinins.

Kreatin und Kreatinin.

Ueber die Ausscheidungsgrössen dieser beiden Harnbestandtheile unter verschiedenen normalen Lebensbedingungen, fehlt es an genaueren Beobachtungen. Doch kann man aus den Beobachtungen von Schottin den, allerdings von vornherein zu erwartenden Schluss ziehen, dass die Ausscheidung des Kreatinins bei Fleischnahrung bedeutender ist, als bei gemischter oder vegetabilischer.

Bei Hunden ist vorzugsweise reich an Kreatin der Harn, welcher nach ein- bis mehrstündiger Unterbindung eines Ureters, aus der bis dahin ruhenden Niere ausgeschieden wird (Hermann).

5. Ausscheidung des Chlornatriums.

Chlornatrium.

Die Ausscheidung des Chlornatriums durch den Harn innerhalb gewisser Zeiträume, ist im Ganzen proportional der Zufuhr, jedoch bleibt bei reichlicher Zufuhr im Körper mehr Kochsalz zurück, als bei geringer.

Verhältniss der Ausscheidung zur Zufuhr.

Bei Steigerung der Zufuhr wird im Anfang weniger entleert, als die Zufuhr und bei geringerer Zufuhr in der ersten Zeit mehr, so lange, bis sich der Körper mit der eingeführten Menge Kochsalz ins Gleichgewicht gesetzt hat.

Dieses, von Voit bei Versuchen an Hunden nachgewiesene Gesetz stimmt mit den genauen, von Kaupp am Menschen angestellten Beobachtungen überein und erklärt auch hier den scheinbaren Verlust, welchen man in der durch den Harn ausgeschiedenen Menge, gegenüber der in der Nahrung zugeführten constant beobachtete, sowie die noch paradoxere Erfahrung, dass, je geringer die Kochsalzzufuhr ist, desto relativ grösser die Ausfuhr, so dass sogar letztere die erstere übertreffen kann. Der Grund des Ausfalles, insofern derselbe nicht durch den Koth und durch die Haut gedeckt wird, liegt darin, dass der Körper allmählich Kochsalz aufspeichert und erst allmählich wieder ausscheidet. Beachtet man dies, so findet man sämmtliches Kochsalz der Nahrung, im Harn und Koth wieder auf. Wird nämlich Kochsalz ins Blut aufgenommen und braucht der Körper keines davon, oder ist das Blut damit bereits gesättigt, so wird alles wieder ausgeschieden. Ist aber dieser Sättigungspunkt unter gegebenen Verhältnissen noch nicht eingetreten, so wird Salz im Körper zurückbehalten, dasselbe geschieht, wenn vorher

weniger Salz als nöthig eingeführt war, wodurch dann bei genügender Zufuhr, in der ersten Zeit für den darbenden Körper in Beschlag genommen wird. Hat sich der Organismus nach reichlichem Salzgenuss damit beladen, so tritt nachher bei minder reichlichem, das Umgekehrte ein, der Harn enthält ein Plus von Kochsalz; wird keine oder salzarme Nahrung gereicht, so zeigt sich das Gleiche, da im Körper durch die Organzersetzung mehr Kochsalz überflüssig wird, als die geringe Zufuhr beträgt. Diese Verhältnisse werden durch nachstehende, den Versuchen von Kaupp entlehnte Zahlen erläutert.

Kaupp fand:

Kochsalzzusatz zur Nahrung in Grm.	Im Ganzen täglich aufgenommenes Kochsalz in Grm.	Im Harn täglich entleertes Kochsalz in Grm.	Differenz in Grm.	Abfuhr durch den Harn, die Zufuhr = 100 gesetzt.
30	33,6	27,302	+ 6,30	76
25	28,7	24,059	+ 6,64	79
20	23,9	17,633	+ 6,27	72
15	19,0	17,045	+ 1,95	89
10	14,2	13,573	+ 0,63	96
5	9,3	10,083	— 0,78	106
0	1,5	3,773	— 2,27	246

Als + Differenzen sind diejenigen, wo die Einfuhr, als — aber die, wo die Ausfuhr überwog, bezeichnet.

Beim Hungern.

Beim Hungern nimmt die Kochsalzausscheidung allmählich ab und kann ganz cessiren (O. Schultzen).

In, von Wundt am Menschen angestellten Versuchen, wurde bei einer genügenden, aber vollkommen kochsalzfreien Nahrung (?) bis zum fünften Tage immer Chlornatrium ausgeschieden, seine tägliche Menge nahm aber fortwährend ab, erst rasch, dann langsamer. Vom Abend des dritten Tages an, wurde der Harn eiweisshaltig. Auch O. Schultzen beobachtete bei seinem oben erwähnten verhungernden Mädchen, neben fehlendem Chlor Eiweissharn, mit welchen Befunden auch die von Rosenthal an Hunden angestellten Beobachtungen übereinstimmen.

Sonstige die Ausscheidung beeinflussende Momente.

Bei gleichbleibenden Verhältnissen der Zufuhr, gelten für die Kochsalzausscheidung dieselben Regeln, wie für die Harnstoffausscheidung.

Harnmenge, Temperatur, Häufigkeit der Harnentleerungen, Bewegung.

Es tritt demnach eine Vermehrung der Kochsalzausscheidung ein, mit der Harnmenge, mit der Abnahme der Temperatur der Atmosphäre, mit der Häufigkeit der Harnentleerungen. Der Einfluss der Bewegung ist verschieden, je nachdem dadurch Schweiss hervorgerufen wird oder nicht. Die Beobachtungen von J. Lehmann und Speck gaben übrigens sehr schwankende Resultate.

Der Einfluss der **Tageszeiten** macht sich in der Weise geltend, dass die Kochsalzausscheidung nach der Mahlzeit, während 7 Stunden wächst, dann bis Morgens 7 Uhr stetig sinkt, von wo ab sie sich wieder zur mittleren Höhe hebt. Construirt man aus einer Zahl die Curve der Kochsalzschwankung, so sieht man sie ungefähr der des Harnvolumens gleich laufen (**Hegar**, **Voit**).

Tageszeiten.

Bei Gebärenden beobachtete **Winckel** Vermehrung der Kochsalzausscheidung, namentlich in der zweiten Geburtsperiode.

Geschlechtsleben.

6. Ausscheidung der Schwefelsäure.

Die im Harn an Alkalien gebundene Schwefelsäure stammt zum Theil von den schwefelsauren Alkalien der Nahrung, zum anderen und grösseren Theil aber, von der Oxydation der schwefelhaltigen Körperbestandtheile: Albuminate, Albuminoide, Gallenstoffe. Es wird jedoch nicht aller Schwefel dieser Bestandtheile, durch den thierischen Oxydationsprocess in Schwefelsäure umgesetzt, ein Theil desselben fällt mit den Haaren und Hautschuppen ab und ein anderer wird in der Gestalt von Taurin durch den Darm ausgeschieden. Die osmotischen Verhältnisse der Darmwände bedingen es, dass ein grosser Theil der in der Nahrung genossenen schwefelsauren Salze, die Darmwand nicht zu durchdringen vermag und daher gar nicht ins Blut übertritt und so haben wir die aus dem Blute durch die Nieren ausgeschiedene Schwefelsäure, hauptsächlich als durch Gewebsumsatz entstanden zu betrachten.

Schwefelsaure Alkalien.

Ist dem wirklich so, so muss die Ausscheidung der Schwefelsäure der des Harnstoffs parallel gehen, denn beide haben dann eine und dieselbe Quelle: den Umsatz stickstoffhaltiger Körperbestandtheile.

Dies ist nun nach den übereinstimmenden Beobachtungen von **Bence Jones**, **Gruner**, **Lecanu**, **Genth**, **Mosler**, **Clare** und Anderen wirklich der Fall. Die Uebereinstimmung ist um so grösser, je mehr sich die Beobachtungszahlen den wahren Mitteln nähern und wenn man letztere aus dem Harn von mehreren Tagen entwickelt. Einzelne Abweichungen von dem Gesetze sind darin begründet, dass die Endumsetzungen der schwefel- und stickstoffhaltigen Atomgruppen zu Schwefelsäure und Harnstoff, nicht immer gleichzeitig erfolgen müssen, da sie mannigfache Zwischenphasen durchlaufen. Es kann aber trotz gleichen Ausgangspunktes, bald die Schwefelsäure und bald der Harnstoff den Vorsprung im Laufe zu den Nieren haben.

Die Ausscheidung der schwefelsauren Salze durch den Harn geht der Harnstoffausscheidung parallel.

Im Allgemeinen tritt aber eine Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung unter allen jenen Bedingungen ein, die eine Harnstoffvermehrung bewirken, auf welche demnach einfach verwiesen werden kann.

Bezüglich der **Tageszeiten** ist die Ausscheidung einige Stunden nach der Hauptmahlzeit (dieselbe um 1 bis 2 Uhr erfolgend) am stärksten, sinkt in der Nacht und erreicht Vormittags ihr Minimum. Reichliches **Wassertrinken** wirkt nach **Gruner** in der Weise, dass in den

ersten Stunden darnach die Ausscheidung steigt, dann aber fällt, so dass die stündliche Ausscheidung sogar unter das Minimum der betreffenden Tageszeit sinken kann. Hungern soll in den ersten 24 Stunden die Ausscheidung der Schwefelsäure nicht vermindern.

Ueber den Einfluss körperlicher Bewegung auf die Schwefelsäureausscheidung, lauten die Resultate der Versuche widersprechend (J. Lehmann, Speck).

Einfluss des Genusses schwefelsaurer Salze und anderer Schwefelverbindungen, der Aetz- und kohlensauren Alkalien,

Eine Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung erfolgt ferner nach dem Genusse von löslichen schwefelsauren Salzen, freier Schwefelsäure, Schwefelkalium, Schwefelantimon, Schwefel; bei dem Genusse von löslichen schwefelsauren Salzen ist die Vermehrung der Ausscheidung bedeutender, als bei dem Gebrauche anderer schwefelhaltiger Präparate und auch im ersten Falle dann stärker, wenn die Aufenthaltsdauer der Salze im Darmcanal, durch willkürliches Anhalten des Stuhles, oder durch, die laxirende Wirkung aufhebende Arzneien (Opium u. s. w.) verlängert wird. Grössere (1 bis 2 Drachmen) Dosen von 6,7 procentiger Aetzkalilösung, sollen nach Parkes ebenfalls Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung zur Folge haben, was Clare aber in Abrede stellt. Thompson beobachtete endlich Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung nach innerlichem Gebrauche von kohlensauren Alkalien.

des Geschlechtslebens.

Eine Verminderung der Schwefelsäureausscheidung, zeigt sich bei Wöchnerinnen, während bei Gebärenden in der zweiten Geburtsperiode dieselbe vermehrt ist (Winckel).

7. Ausscheidung der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure.

Phosphorsaure Alkalien:

Die Ausscheidungsgrösse der phosphorsauren Alkalien, ist im Allgemeinen von denselben Momenten abhängig wie die Ausscheidung des Kochsalzes; sie ist demnach vor Allem proportional der Zufuhr, allein nur bis zu einem gewissen Grade deshalb, weil die Steigerung, welche die phosphorsauren Alkalien des Harns durch vermehrte Zufuhr erfahren können, darin bald eine Grenze findet, dass die phosphorsauren Alkalien stärker abführend wirken.

ihre Ausscheidung geht annähernd parallel der des Harnstoffs.

Die, über die Ausscheidung der phosphorsauren Alkalien durch den Harn angestellten Beobachtungen (C. Schmidt, Genth, Mosler, Winter, Kaupp, Sick und Andere) führen zu dem Resultate, dass dieselbe der des Harnstoffs parallel geht; diese Regel findet jedoch nur dann ihre Bestätigung, wenn man die Mittelzahlen aus verschiedenen Beobachtungsreihen, von denen jede mehrere Tage umfasst, mit einander vergleichen kann.

Im Bezug auf die Ausscheidungsgrösse zu den verschiedenen Tageszeiten, lauten die Angaben widersprechend. Die Ausscheidung soll Tag und Nacht gleichmässig vor sich gehen (Kaupp, Sick), sie soll

nach der Hauptmahlzeit steigen, wenige Stunden nach derselben ihr Maximum erreichen und dann durch Nacht und Morgen, bis gegen Mittag sinken (Mosler, Vogel), sie soll endlich des Nachts bedeutender sein als des Morgens. Körperliche und geistige Anstrengung soll Vermehrung der Phosphorsäureausscheidung zur Folge haben, ebenso Genuss von freier Phosphorsäure (Boecker, J. Lehmann, Hammond, Speck). Eine Verminderung der Ausscheidung der Phosphorsäure bei Schwangeren in den letzten Schwangerschaftsmonaten, glaubt Mosler aus seinen Beobachtungen erschliessen zu dürfen; bei Gebärenden in der zweiten Geburtsperiode, ist die Ausscheidung vermehrt, bei Wöchnerinnen vermindert. Beim Hungern tritt ebenfalls Verminderung der Phosphorsäureausscheidung ein (O. Schultzen).

Die Angabe von Seegen, dass der Gebrauch von Carlsbader Wasser die Ausscheidung der Phosphorsäure vermehre, jene der Schwefelsäure aber vermindere, ruht auf zu schwankender Grundlage, um Vertrauen zu verdienen.

8. Ausscheidung der phosphorsauren Erden.

Phosphorsaure Erden; ihre Ausscheidung ist im Allgemeinen der Energie des Stickstoffkreislaufes proportional.

Die Menge der mit dem Harn ausgeschiedenen phosphorsauren Erden, im Allgemeinen gering, wächst nach den vorhandenen Beobachtungen mit der Energie des Stoffwechsels und insbesondere des Stickstoffkreislaufs, verhält sich demnach ähnlich der Schwefelsäureausscheidung. Dieses Resultat entspricht den theoretischen Voraussetzungen, denen zufolge wohl nur jener Antheil der phosphorsauren Erden mit dem Harn ausgeschieden wird, der an stickstoffhaltige Atomcomplexe, sei es der Nahrung, sei es der Gewebe, gebunden war und nach ihrer Oxydation in Freiheit gesetzt wurde. Nach den Erfahrungen von Sick nehmen, alles Uebrige gleichgesetzt, die phosphorsauren Erden im Harn um ein Geringes ab, wenn die phosphorsauren Alkalien zunehmen. Thompson beobachtete Vermehrung der Erdphosphate, nach dem innerlichen Gebrauch von kohlensaurem Alkali.

Eine Verminderung der Ausscheidung der Erdphosphate, wurde in den letzten Monaten der Schwangerschaft mehrfach beobachtet (Lehmann, Donné, Mosler). Auch der Harn kleiner Kinder enthält nach Lehmann's Beobachtungen sehr wenig phosphorsaure Erden.

9. Ausscheidung des Wassers.

Wasser

Die Ausscheidung des Wassers durch die Nieren wird im Allgemeinen bestimmt durch den Flüssigkeitsrest, wenn man von dem Wasser der Getränke und Speisen dasjenige abzieht, welches durch Haut, Lunge und Darm abgeht, wobei angenommen wird, dass Haut, Lunge und Niere zwar gleichzeitig thätig sein können, sich aber in der Ausgabe des, gleichen Quellen entnommenen Wassers gegenseitig beschränken: sie

ist ferner abhängig von in der Niere selbst liegenden Bedingungen, wahrscheinlich von dem durch die Nerven influirten Zustand der Gefässmuskeln der Niere und von dem Widerstande, den der in die Harncanälchen ergossene Harn beim Abfliessen findet (C. Ludwig). Im Besonderen scheinen für die Wasserausscheidung dieselben Gesetze zu gelten, die die Kochsalzausscheidung regeln, doch ist wenig Genaues darüber festgestellt.

Zusammensetzungsänderungen des menschlichen Harns unter abnormen und pathologischen Verhältnissen.

a) Qualitative Veränderungen.

Uebergang heterogener Stoffe in den Harn.

Uebergang von aussen dem Organismus zugeführter heterogener Stoffe in den Harn. Von aussen dem Organismus, sei es auf gewöhnlichem Wege, oder sei es durch Injection ins Blut zugeführte heterogene Stoffe, gehen entweder unverändert als solche in den Harn über, oder erleiden Umwandlungen, in Folge deren ihre dadurch entstandenen Umsetzungsproducte im Harn erscheinen, oder werden endlich weder verändert noch unverändert im Harn wiedergefunden, indem sie entweder mit Körperbestandtheilen unlösliche Verbindungen eingehen und in den Organen zurückgehalten, oder durch den Darm ausgeschieden werden, oder indem ihre Oxydation bis zu den Endproducten fortschreitet und diese durch Haut und Lunge austreten. Viele Stoffe endlich treten nur dann in den Harn über, wenn sie dem Organismus in so grossen Quantitäten dargeboten werden, dass ein Theil derselben, keinen zu seiner Oxydation verfügbaren Sauerstoff im Organismus mehr vorfindet, oder wenn sie durch lange andauernde Einwirkung, wenn auch in sehr kleiner Dosis, den Organismus allmählich so sättigen, dass derselbe sich ihrer oft stossweise zu entledigen anfängt (gewisse Metallsalze, Arsenik, Antimon u. a. m.).

Die umfassendsten Untersuchungen über den Uebergang fremder Stoffe in den Harn und zugleich die ersten, wurden von Wöhler und Frerichs angestellt, seither aber wurde dieser Weg auch von anderen Chemikern und Physiologen (Buchheim, Magawly, Piotrowsky, Höppener u. A.) betreten. Diese Untersuchungen haben, vom ganz allgemeinen Standpunkte aus betrachtet, zu sehr wichtigen Ergebnissen geführt, indem sie den im Thierkörper sich geltend machenden Chemismus vielfach beleuchteten und namentlich für die energisch oxydirende Thätigkeit des Blutes die unzweideutigsten Belege lieferten, Belege, die an Bedeutung gewonnen haben, seit meine über die Einwirkung des Ozons auf organische Verbindungen angestellten Untersuchungen, eine merkwürdige Uebereinstimmung in dem Verhalten des Ozons und des Organismus, als oxydirender Factor aufgefasst, ergeben haben.

Unverändert wurden bisher im Harn wieder gefunden:

Stoffe, welche unverändert in den Harn wenigstens theilweise übergehen.

Anorganische Stoffe: Kohlensäure, kohlensaure Alkalien, salpetersaure, chlorsaure, borsaure und kieselsaure Alkalien, Chlorkalium und Chlornatrium, Jodkalium und Jodnatrium, Bromkalium und Bromnatrium, Ammoniak und Ammoniaksalze, Arsenik, Antimon, Gold, Zinn, Wismuth, Blei, Kupfer- und Quecksilbersalze, Zink, Chrom. Mit Bezug auf die letztgenannten Stoffe: die Metallsalze, ist aber erläuternd zu bemerken, dass sich nur sehr geringe Mengen davon im Harn wiederfinden und zwar nur dann, wenn die betreffenden Metalle dem Organismus entweder in sehr grossen Dosen einverleibt wurden, oder wenn der Organismus durch lange Zeit, wenn auch kleine Mengen derselben aufnahm; ferner ist über die Verbindungsverhältnisse, in welchen diese Stoffe im Harn erscheinen, wenig festgestellt und daher der unveränderte Uebergang derselben mehr eine Voraussetzung, wie eine bewiesene Thatsache.

Organische Stoffe. Freie organische Säuren: Oxalsäure, Weinsäure (nur zum geringeren Theil, zum grösseren oxydirt), Gallussäure, Camphorsäure, Anisylsäure, Anisaminsäure, Sebacylsäure, Cumarsäure, Pyrogallussäure (? Bérnard), Pikrinsäure, Hippursäure; sodann: äthylschwefelsaures Natron, methyl- und amylschwefelsaures Kali, trichlormethyldithionsaure Alkalien, xanthogensaures Kali (zum Theil), Rhodankalium, Kaliumeisencyanür, Chinin, Morphin, Strychnin, Leucin, Harnstoff; die meisten Farb- und Riechstoffe: die Pigmente von Krapp, Gummigutt, Rheum, Campechenholz, Rüben und Heidelbeeren, die Riechstoffe von Valeriana, Knoblauch, Asa foetida, Castoreum, Safran und Terpentin; — ferner Traubenzucker, Rohrzucker, Mannit und Alkohol, letztere Stoffe nur dann, wenn sie in sehr grossen Mengen dem Organismus auf gewöhnlichem Wege, oder durch Injection ins Blut einverleibt wurden. Ihr Uebergang in den Harn setzt eine bedeutende Anhäufung im Blute voraus (Lehmann).

Von den genannten, unverändert in den Harn übergehenden Stoffen werden durch activen Sauerstoff, ohne gleichzeitige Gegenwart von freiem Alkali nicht wesentlich angegriffen: Weinsäure, Citronensäure, Oxalsäure, Hippursäure, Leucin, Harnstoff, Traubenzucker, Rohrzucker und Mannit, während alle diese Stoffe bei Gegenwart von Alkali, mehr oder minder rasch, am schwierigsten Rohrzucker, oxydirt werden.

Chemisch metamorphosirt erscheinen im Harn wieder:

Chemisch metamorphosirt erscheinen im Harn wieder.

Stoffe	Umwandlungsproducte im Harn
Freies Jod	Jodkalium und Jodnatrium
Schwefelkalium	Schwefelsaures Kali
Saures schwefligsaures und unterschwefligsaures Natron	Schwefelsaures Natron
Kaliumeisencyanid	Kaliumeisencyanür
Gerbsäure	Gallussäure
Benzoësäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure, Benzoëäther, Chinasäure	Hippursäure
Nitrobenzoësäure	Nitrohippursäure
Salicin	Salicylige Säure, Salicylsäure, Saligenin
Salicylsäure	Salicylursäure
Toluylsäure	Tolursäure
Aepfelsäure, Asparagin	Bernsteinsäure
Harnsäure	Kohlensäure, Oxalsäure, Harnstoff
Xanthogensäure	Schwefelwasserstoff
Glycin	Harnstoff und Harnsäure
Theïn und Theobromin	Harnstoff?
Alloxantin, Allantoin, Leucin	Harnstoff?
Kreatin	Kreatinin, Harnstoff
Allylsulfocarbamid (Thiosinnamin)	Rhodanammonium
Amygdalin	Ameisensäure
Indigblau	Indigweiss
Santonin	Rothgelbes Pigment (Chrysophansäure?)
Neutrale pflanzensaure Alkalien	Kohlensaure Alkalien.

Um Missverständnissen zuvorzukommen, sei hier bemerkt, dass diese Angaben keineswegs so zu verstehen sind, als ob die ganze Masse der eingeführten Stoffe, in der Form der Umwandlungsproducte im Harn wieder erschiene; dies ist keineswegs der Fall und ebenso wenig darf man diese Umwandlungsproducte als die einzigen dabei entstehenden betrachten. Die Sache liegt vielmehr einfach so, dass nach dem Genusse obiger Stoffe, nebenstehende Verbindungen im Harn aufgefunden werden, was keineswegs ausschliesst, dass ein Theil derselben unverändert in den Harn übergeht, oder dass nur der geringste Theil derselben, in der Form der erwähnten Umwandlungsproducte im Harn wieder erscheint, das Uebrige aber andere Umsetzungen erleidet und auf anderen Wegen ausgeschieden wird. Die Ausnahmsfälle, wo die im Organismus stattfindende Metamorphose, sich als kein Oxydations- und kein analytischer Process.

sondern als Reduction gestaltet: die Umwandlung der Aepfelsäure und ihres Amids in Bernsteinsäure, des Kaliumferrocyanids in Cyanür und des Indigblaues in Indigweiss sind als solche, nämlich als Ausnahmen, aufzufassen und theoretisch vorläufig noch nicht völlig aufgehellt, auch ist die Reduction des Indigos, obgleich in einzelnen Fällen constatirt, keine constante Erscheinung und nachgewiesen, dass nur ein geringer Theil der Aepfelsäure, im Harn als Bernsteinsäure wieder erscheint, demnach der grösste Antheil derselben in der That oxydirt wird.

Analogie der chemischen Thätigkeit des Organismus und des activen Sauerstoffs.

Eine Analogie in der chemischen Thätigkeit des Organismus und jener des activen Sauerstoffs, spricht sich darin aus, dass Pflanzensäuren, bei Gegenwart von überschüssigem Alkali ebenso wie im Blute, auch ausserhalb des Organismus, durch Ozon in kohlensaure Salze verwandelt werden und dass auch die Harnsäure, welche als freie Harnsäure mit Ozon behandelt, Allantoin, Kohlensäure und Harnstoff liefert, bei Gegenwart von Alkali dieselben Producte liefert, wie bei ihrer Zersetzung im Organismus, nämlich Kohlensäure, Oxalsäure und Harnstoff, aber kein Allantoin.

Weder unverändert noch in der Gestalt charakteristischer Umwandlungsproducte, wurden im Harn nachstehende Verbindungen bisher wiedergefunden:

Stoffe, welche im Harn nicht wieder erscheinen.

Campher, Harze, Bernsteinsäure, Gallensäuren, Anilin, Phloridzin, Moschus, Aether, Coccusroth, Lackmus, Chlorophyll und Alkannafarbstoff.

Die Schnelligkeit, mit welcher die verschiedenen Stoffe in den Harn übergehen, ist sehr verschieden; gewisse Salze, wie z. B. Jodkalium, lassen sich schon wenige Minuten nach ihrer Einführung im Harn nachweisen. Im Allgemeinen erfolgt der Uebergang um so rascher, je löslicher und indifferenter die Verbindung ist.

Pathologische Harnbestandtheile.

Unter pathologischen Verhältnissen im Harn auftretende Stoffe. Bei gewissen Gesundheitsstörungen treten im Harn Bestandtheile auf, welche dem normalen gänzlich fehlen; diese Stoffe sind entweder solche, welche in Folge geänderter Transsudationsverhältnisse durch die Nieren austreten, aber im Blute immer enthalten sind, — oder solche, die aus der Gewebsmetamorphose hervorgegangen und in den Geweben selbst gebildet, unter normalen Bedingungen im Blute selbst schon weiter umgesetzt, unter abnormen Verhältnissen aber das Blut unzersetzt durchlaufend, durch die Nieren ausgeschieden werden.

Diese Stoffe sind nachstehende:

Albumin.

Albumin. Die Bedingungen, unter welchen Albumin im Harn auftritt, sind viel zahlreicher als man früher dachte, wo man aus dem Auftreten des Albumins gewisse Krankheitsformen diagnosticiren zu können glaubte. Allgemein ausgedrückt ist das Auftreten von Albumin bedingt: durch Zusammensetzungsänderungen des Blutes, durch Kreislaufstörungen, Zunahme des Blutdrucks und Stauung des Blutstroms in den Nieren und durch Veränderung der Nieren. Constant erscheint es im

Harn bei Morbus Brighti, sehr häufig aber auch bei anderen Nierenaffectionen, bei grosser Wässerigkeit des Blutes, daher bei Hydropsien, nach wiederholten Aderlässen, in vielen Fiebern, remittirenden ebensowohl als intermittirenden, auch exanthematischen (Masern, Scharlach, Blattern), bei Krankheiten des Respirations- und Circulationsapparates (Pneumonie, Lungenemphysem, Tuberculose, Herz-, seltener Leberkrankheiten), bei Lähmungszuständen des Rückenmarks, nach Unterdrückung der Milchsecretion, nach dem Gebrauch von starkwirkenden Diureticis, nach Excessen im Essen, nach leidenschaftlichen Gemüthsaufregungen, ferner nach Einathmen von Arsenwasserstoffgas (J. Vogel). Bei Thieren hat man Albuminurie hervorgerufen: durch Injection von grossen Mengen Wasser, von Hühnereiweisslösungen, von Gallensäuren ins Blut, durch mehrtägiges Ausschliessen des Kochsalzes aus der Nahrung (Wundt), durch Inanition (O. Schultzen), durch Unterbindung der Vena cava oder renalis, durch Verletzung des vierten Hirnventrikels etwas über der Stelle der sogenannten piqûre (Cl. Bérnard).

Nachweis im Harn.

Nachweis. Der Nachweis des Albumins im Harn ist ohne Schwierigkeit. Man erhitzt eine Probe Harn in einer Probirröhre zum Kochen; bleibt die Flüssigkeit klar und man hatte die Vorsicht nicht ausser Acht gelassen, neutral oder alkalisch reagirenden Harn, vorher mit Essigsäure schwach anzusäuern, so ist kein Albumin zugegen; entsteht aber Trübung oder Niederschlag, der sich in ein paar Tropfen Salzsäure nicht löst und bringt in einer anderen Probe, Zusatz von ein paar Tropfen Salpetersäure ebenfalls Trübung oder Niederschlag hervor, so ist Albumin zugegen. Ueber weitere Cautelen vergleiche man die Anleitungen zur zoochemischen Analyse.

Quantitative Bestimmung.

Quantitative Bestimmung. Dieselbe geschieht entweder durch Coagulation und Wägung in ganz ähnlicher Weise, wie bei der Bestimmung des Albumins des Blutserums (siehe S. 313), oder mittelst des Polarisationsapparates, indem man den klaren Harn in einer Röhre in den Mitscherlich'schen oder Ventzke'-Soleil'schen Apparat einschaltet und die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles bestimmt. Ist a die beobachtete Drehung, so ist p: das Gewicht des die Drehung bewirkenden Albumins in Grammen, für 1 CC. Harn $= \frac{a}{-56 . l}$, in welcher Formel l die Länge des Beobachtungsrohres bedeutet.

Traubenzucker.

Traubenzucker. Obgleich in neuester Zeit der Versuch gemacht wurde, den Nachweis dafür zu führen, dass Zucker ein Normalbestandtheil des Harns sei, so ist doch gegen die Stichhaltigkeit der dafür vorgebrachten Gründe, namentlich vom chemischen Standpunkte aus, soviel einzuwenden und in der That auch experimentell so viel eingewendet worden, dass ihnen unbedingte Geltung nicht eingeräumt werden kann. Als constanter Bestandtheil des Harns, tritt der Traubenzucker überhaupt nur bei einer einzigen eigenthümlichen Krankheit auf, der Harnruhr, Diabetes mellitus; in dieser Krankheit werden, in oft enormen Mengen Harn (bis zu 50 Pfund täglich), grosse Quantitäten Traubenzucker entleert. Bei anderen Krankheiten ist Zucker im Harn eine seltene und nicht constante Erscheinung, so ist bei Gicht, „Dyspepsie“, bei Unter-

leibsleiden und Hypochondrie, bei Säugenden nach Unterdrückung der Milchsecretion, im Reconvalescenzstadium der Cholera, bei Morbus Brighti Zucker im Harn gefunden worden, wobei jedoch hervorzuheben ist, dass die betreffenden Versuche keineswegs alle mit gleicher Umsicht angestellt und daher auch nicht von gleicher Beweiskraft sind.

Diabetischer Harn.

Der Harn bei Diabetes ist gewöhnlich sehr blass, oft von ins Grünliche ziehender Färbung und von sehr hohem specifischen Gewichte (1,030 bis 1,052) und eigenthümlichem Geruch. Er reagirt, frisch gelassen selten stark sauer, öfter neutral oder schwach alkalisch, wird aber bald durch Gährung stark sauer, wobei sich Milchsäure, Essigsäure und geringe Mengen anderer flüchtiger Fettsäuren bilden.

Zuckerharnen kann bei Thieren künstlich hervorgerufen werden: durch die Piqûre, einen Stich in die Mittellinie der Medulla oblongata (Cl. Bérnard und viele Andere), durch Durchschneidung des Nervus splanchnicus in der Unterleibshöhle, durch Vergiftung mit Curare, wenn das Leben dabei durch künstliche Respiration erhalten wird (Cl. Bérnard), durch Einspritzung von Aether und verdünntem Ammoniak in die Pfortader (Harley), durch Injection von bedeutenden Mengen Traubenzucker ins Blut; es geht aber erst dann der Zucker in den Harn über, wenn er sich im Blute bis zu 0,4 und 0,5 Proc. angehäuft hat (Lehmann). Vergl. über diese Verhältnisse Seite 201. Es sind im Uebrigen die physiologischen Bedingungen des Uebertritts des Zuckers in die Nieren ebenso wenig definitiv festgestellt, wie jene seiner Bildung im Organismus.

Nachweis des Zuckers im Harn.

Nachweis des Zuckers im Harn. Die Erkennung des Zuckers im Harn, bietet für den einigermaassen Geübten keineswegs solche Schwierigkeit dar, als es die vielfachen Discussionen über diesen Gegenstand erwarten liessen. Es giebt allerdings Fälle, wo es zweifelhaft bleiben kann, ob Spuren von Zucker vorhanden sind, allein welche Reaction giebt es, selbst von den empfindlichsten der anorganischen Analyse, die nicht an einer Grenze anlangt, wo sie nur zweifelhafte „Spuren" anzeigt. Wo es aber nicht solche Spuren von Zucker sind, um die es sich handelt, sondern wägbare Quantitäten, da ist der Nachweis des Zuckers leichter und sicherer, als der mancher anderer Körper. Die empfehlenswerthesten Methoden der Erkennung des Zuckers im Harn sind nachstehende:

Trommer's Probe.

1) Trommer'sche Probe. Man versetzt eine Probe Harn (ist er albuminhaltig, so muss dieses vorher vollständig entfernt sein), mit einigen Tropfen Kali- oder Natronlauge, erwärmt gelinde (um etwa vorhandenes Ammoniak zu entfernen), filtrirt, wenn ein bedeutender Niederschlag von phosphorsauren Erden entsteht und setzt nun vorsichtig so lange von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, als sich der gebildete Niederschlag beim Umschütteln löst und erwärmt hierauf gelinde. Bei Gegenwart von Zucker zeigen sich alsbald gelbe streifige Ausscheidungen in der Flüssigkeit, die mehr und mehr zunehmen, bis die ganze Flüssigkeit diese Farbe annimmt und sich in der Ruhe ein gelber oder rother Niederschlag von Kupferoxydulhydrat oder Kupferoxydul abscheidet. Erhitzen bis zum Kochen ist zu vermeiden.

Moore's Probe.

2) Moore's Probe. Man versetzt eine Probe Harn mit Kalilauge im Ueber-

schuss und kocht einige Zeit; bei Gegenwart von Zucker färbt sich die Flüssigkeit nach und nach braunroth und concentrirte Salpetersäure entwickelt darauf den Geruch des Caramels.

Böttger's Probe.

3) Böttger's Probe. Man fügt zu dem, in einer Proberöhre befindlichen Harn basisch salpetersaures Wismuthoxyd (etwa eine Messerspitze voll), hierauf eine Lösung von kohlensaurem Natron und erhitzt zum Kochen; bei Gegenwart von Zucker, wird das Wismuthsalz durch Reduction schwarz oder grau.

Gährungsprobe

4) Man unterwirft eine Partie des Harns mit wohlausgewachsener Bierhefe der Gährung und constatirt das entweichende Kohlensäuregas, so wie durch Destillation der vergohrenen Flüssigkeit, wo möglich den erzeugten Alkohol.

Polarisationsprobe.

5) Man constatirt die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles im Polarisationsapparate.

Die gegen die Zuverlässigkeit der Trommer'schen Probe, von verschiedenen Seiten erhobenen Einwendungen sind grösstentheils nicht stichhaltig und berechtigen zu dem Ausspruche, dass diese Reaction zu den „bestverleumdeten" gehört. Es geht mit ihr wie mit einem Gewehr, mit welchem der geübte Schütze trefflich schiesst, während der Ungeübte seine Fehlschüsse der Beschaffenheit desselben beizumessen pflegt.

Eine bereits längere Zeit bereitete Fehling'sche Flüssigkeit zum qualitativen Nachweise anzuwenden, ist aber ohne Zweifel unzulässig, denn eine solche scheidet häufig beim Erwärmen für sich schon etwas Kupferoxydul aus. Was in letzter Zeit angeführt wurde, dass sich geringe Mengen Zucker im Harn der Beobachtung entziehen können, wenn derselbe etwas Ammoniak enthält, welches das Kupferoxydul gelöst erhält, ist schon vor vielen Jahren von Scherer beobachtet und deshalb muss vor dem Zusatze der Kupfervitriollösung, vorher mit Kali erwärmt werden. Volle Sicherheit gewährt immer nur die Gährungsprobe, die daher wo möglich immer angestellt werden soll.

Quantitative Bestimmung des Zuckers im Harn.

Quantitative Bestimmung des Zuckers im Harn. Auch diese kann auf mehrfache Weise vorgenommen werden und zwar 1) durch Gährung. Man lässt eine gewogene Partie Harn mit Bierhefe gähren und bestimmt das Gewicht der dabei entwickelten Kohlensäure, woraus sich dann der Zucker leicht berechnen lässt. 2) Man bestimmt den Zucker mittelst einer titrirten alkalischen Kupferoxydlösung (Fehling'sche Lösung, bestehend aus Kupfervitriol, Seignettesalz und Natronlauge mit Wasser verdünnt), die gewöhnlich so titrirt ist, dass zur Reduction von 10 CC. dieser Kupferlösung gerade 0,05 Grm. Traubenzucker erforderlich sind.

Der zu untersuchende Harn wird auf sein 10faches oder 20faches Volumen verdünnt, dann die Probelösung und zwar 10 CC. derselben, in einer Porzellanschale mit etwa 40 CC. Wasser verdünnt und nahe bis zum Kochen erhitzt, während man von dem in einer Bürette befindlichen Harn allmählich und so lange zusetzt, bis alles Kupfer gerade reducirt und als Kupferoxydul ausgeschieden ist; eine Probe der über dem Niederschlage stehenden Flüssigkeit filtrirt, darf mit Schwefelwasserstoff und Blutlaugensalz keine Reaction auf Kupfer geben. — 3) Mittelst des Ventzke-Soleil'schen Polarisationsapparates durch das genau an der Skala und dem Nonius des Instrumentes abgelesene Drehungsvermögen, oder mittelst des Mitscherlich'schen Apparates nach der Formel $p = \frac{a}{+ 56 . l}$, worin p das Gewicht des Zuckers in Grammen für 1 CC. Harn, a die beobachtete Drehung, l die Länge des Beobachtungsrohres und $+ 56$ die specifische Drehung bedeutet.

Ueber eine neuerlichst empfohlene Methode der Zuckerbestimmung, welche sich

auf die Abnahme des specifischen Gewichts des Harns, bei der Gährung des Zuckers gründet, sind die Erfahrungen noch nicht genügend festgestellt.

Inosit, wurde im Harn bei Morbus Brighti und Albuminurie überhaupt, nach dem Gebrauche von Drasticis im Stadium der Urämie, bei Diabetes mellitus, in zwei Fällen von Carcinom, dann im Harn eines Choleraeconvalescenten gefunden. In einem Falle von Diabetes trat der Inosit allmählich an die Stelle des ursprünglich vorhandenen Zuckers.

Inosit.

Milchsäure und milchsaure Salze. Milchsäure ist kein Bestandtheil normalen und frischen Harns; in jener Periode seiner freiwilligen Zersetzung aber, welche man mit dem Namen der sauren Harngährung bezeichnet, tritt sie, wahrscheinlich als Zersetzungsproduct der Harnextractiv- und Farbstoffe auf. Nach Lehmann soll sie auch bei gehemmter Oxydation im Blute, demnach bei Störungen der Respiration, der Verdauung und Ernährung vorkommen. Im Harn rhachitischer Kinder habe ich sie nachgewiesen und im Harn bei Leukämie wurde sie von W. Körner, neben Xanthin oder Hypoxanthin, oder einem Gemenge von beiden beobachtet.

Milchsäure.

Fett und flüchtige Fettsäuren. Fett findet sich im Harn sehr selten. Am häufigsten noch erscheint es bei fettiger Entartung der Nieren, die entweder für sich auftritt oder, mit Schrumpfung des Organs verbunden, eine der verschiedenen Formen des Morbus Brighti darstellt; Fett kann ferner im Harn auftreten bei fettiger Degeneration der Epithelialzellen der Harnleiter und der Harnblase und endlich bei übermässigem Fettgehalt des Blutes. Doch sind auch mehrere Fälle von Urina chylosa verzeichnet, bei denen eine Ursache nicht ermittelt werden konnte. Der fetthaltige Harn war bei den älteren Aerzten unter dem Namen Urina chylosa bekannt. Von flüchtigen Säuren ist im Harn zuweilen Buttersäure, unter nicht genügend aufgehellten Bedingungen gefunden. Der bereits vergohrene diabetische Harn, enthält Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure.

Fett und flüchtige Fettsäuren.

Gallenfarbstoff. In sehr seltenen Fällen scheinen Spuren von Gallenpigment im Harn ganz gesunder Personen vorkommen zu können, namentlich in der heissen Jahreszeit (Scherer); in grösserer Menge und constant tritt jedoch der Gallenfarbstoff im Harn nur bei Icterus auf. Bezüglich des Nachweises siehe Seite 186.

Gallenfarbstoffe.

Gallensaure Salze. Dieselben kommen im icterischen Harn in sehr geringer Menge vor.

Gallensäuren.

Abnorme Harnpigmente. Von diesen, die bereits S. 258 — 261 näher beschrieben wurden, sind vorzugsweise die blauen zu erwähnen.

Abnorme Harnpigmente.

Eine Beziehung des Auftretens dieser Pigmente zu gewissen Krankheitsprocessen, ist mit Sicherheit nicht nachgewiesen.

Bestimmung des Harnfarbstoffs.

Zu pathologischen Zwecken hat, um die Menge und färbende Kraft der gewöhnlichen, auf chemischem Wege nicht bestimmbaren Harnpigmente abschätzen zu können, J. Vogel eine Methode ersonnen, die auf der Annahme einer Farbenskala und darauf fusst, dass die Verdünnungen bestimmt werden, welche tiefer gefärbte Harne erfahren müssen, um auf den Normalfarbenton gebracht zu werden.

Allantoin.

Allantoin. Ueber das Vorkommen dieses Körpers im menschlichen Harn, liegen keine sicheren Angaben vor. Prout will es im Harn eines todtgeborenen Kindes gefunden haben und Frerichs und Städeler fanden zweifelhafte Spuren davon, im Harn eines Mannes, der Chlor eingeathmet hatte. Bei Hunden unter Bedingungen der gestörten Respiration, wurde Allantoin von den letztgenannten Forschern mit Sicherheit nachgewiesen.

Leucin und Tyrosin.

Leucin und Tyrosin wurden im Harn bei acuter gelber Leberatrophie, bei Typhus, Variola und im Harn eines Epileptischen nach Rückenmarksverletzung aufgefunden (Frerichs und Städeler, Schmeisser, Valentiner). Das Auftreten dieser Stoffe im Harn bei Leberatrophie, hängt zusammen mit ihrer, unter diesen pathologischen Bedingungen erfolgenden Anhäufung in der Leber, ist aber nach meinen Erfahrungen kein constantes.

Cystin.

Cystin ist ein seltener Bestandtheil von Harnsteinen und Harnsedimenten, muss aber demnach auch im Harn gelöst vorkommen. Cystinhaltiger Harn soll zuweilen eine intensiv grünliche Färbung zeigen und fötid riechen. Toel, der Fälle von cystinhaltigem Harn bei mehreren Gliedern einer Familie beobachtete, fand den Harn schleimig, sehr rasch sedimentirend, aber von saurer Reaction. In einem, von Bartels und Panum beobachteten Falle, war der Cystinurie Albuminurie vorhergegangen. Das Allgemeinbefinden war wenig gestört. Muskelanstrengungen, Gemüthsbewegungen, Nachtwachen sowie Fieber schienen die Ausscheidung zu steigern, die Diät war ohne Einfluss. Der Morgenharn enthielt stets die grösste Menge Cystin. Der Harn verhielt sich im Uebrigen normal. Diese Cystinurie wurde durch 5 Jahre beobachtet. So wie die Bildung des Cystins überhaupt noch in Dunkel gehüllt ist, so ist auch eine Beziehung dieses Körpers zu bestimmten Krankheitsprocessen nicht nachgewiesen.

Taurin.

Taurin soll im icterischen Harn zuweilen vorkommen und würde dann seinen Ursprung, aus einer Zersetzung der Taurocholsäure im Blute ableiten.

Faserstoff.

Faserstoff. Aufgelöster Faserstoff im Harn bedingt den sogenann-

ten coagulablen Harn, der dadurch charakterisirt ist, dass sich in demselben, gewöhnlich erst mehrere Stunden nach seiner Entleerung, Faserstoffcoagula bilden, welche entweder ein Sediment bilden, oder den gesammten Harn in eine Gallerte verwandeln. Dieser Faserstoff im Harn ist aber, namentlich in Europa, sehr selten; häufig soll er nach Rayer auf *Isle de France* vorkommen. Eine bestimmte diagnostische Bedeutung hat er nicht, sondern lässt nur schliessen, dass eine faserstoffhaltige Transsudation aus dem Blute in die Nieren oder Harnwege erfolgt ist.

Fälle, wo der Faserstoffgehalt des Harns durch eine wirkliche Beimischung von Blut bedingt ist, gehören natürlich nicht hierher. Auch ist der coagulable Harn nicht zu verwechseln mit gallertigen Ausscheidungen, welche sich durch die Einwirkung im Harn vorkommenden kohlensauren Ammoniaks, auf darin enthaltenen Eiter bilden, was bei Blasencatarrhen öfter vorkommt (J. Vogel).

Hämatoglobulin.

Hämatoglobulin. Zuweilen ist der Harn blutig gefärbt, oder rothbraun, braunschwarz, ja dintenschwarz, ohne dass durch die mikroskopische Untersuchung die Formelemente des Blutes darin nachgewiesen werden können. Kocht man aber solchen Urin für sich oder unter vorsichtigem Zusatz von ein paar Tropfen Essigsäure, so bildet sich ein braunrothes Gerinnsel, welches an schwefelsäurehaltigen Alkohol Hämatin abgiebt (s. S. 163 u. 352); es ist also Hämatoglobulin darin aufgelöst. Dieser Fall tritt bisweilen ein in Krankheiten, die mit einer sogenannten Blutdissolution einhergehen, beim Scorbut, bei putriden, typhösen Fiebern, bei perniciösen Wechselfiebern, nach dem Einathmen von Arsenwasserstoffgas (J. Vogel).

Ein endemisches Auftreten von Hämaturie wurde am Cap der guten Hoffnung beobachtet (J. Harley). Das Leiden ergriff vorzugsweise Knaben im Alter von 2 bis 3 Jahren. In den entleerten Faserstoffgerinnseln, fand J. Harley Distomeneier und Embryonen von *Distoma hämatobium*.

Kohlensaures Ammoniak.

Kohlensaures Ammoniak findet sich immer im Harn, wenn derselbe in die alkalische Gährung übergegangen ist und entsteht aus der dabei stattfindenden Umsetzung des Harnstoffs; zuweilen aber wird ein bereits kohlensaures Ammoniak führender Harn gelassen, dann, wenn diese Umsetzung in Folge von Blasencatarrh, unter dem Einflusse des Harnblasenschleims bereits in der Blase selbst erfolgt.

Mucin findet sich nach Reissner bei acut fieberhaften Krankheiten neben Albumin häufig im Harn.

Alkalische Reaction des Harns.

Normaler Harn reagirt sauer, wenn derselbe aber alkalisch gelassen wird, so ist der Grund davon entweder, das auf die soeben geschilderte Weise erzeugte Ammoniak, oder die Beschaffenheit des Blutes. So

wird der Urin nach der Einführung von kaustischen, kohlensauren und pflanzensauren Alkalien in den Organismus alkalisch, ähnlich wirken vegetabilische Nahrungsmittel. In diesen Fällen ist die alkalische Reaction des Harns durch fixe kohlensaure Alkalien bedingt, allein es ist bemerkenswerth, dass die in den Harn übergehenden kohlensauren Alkalien, sehr rasch zersetzend auf den Harnstoff wirken und daher neben den fixen kohlensauren Alkalien, sehr bald auch kohlensaures Ammoniak auftritt. Das Alkalischwerden des Harns nach dem Gebrauche warmer Bäder, wurde bereits weiter oben erwähnt. Möglicherweise kann endlich die alkalische Reaction des Harns auch Folge eines perversen Stoffwechsels sein, wobei weniger Säure in den Harn übertritt. Nach Allem erklärt es sich, dass alkalische Reaction des Harns vorzugsweise auftritt: bei Blennorrhöen und Pyorrhöen der Harnwege, nach dem Gebrauche von kaustischen, kohlensauren oder pflanzensauren Alkalien, endlich bei Anämie, Chlorose und Schwächezuständen des Muskel- und Nervensystems überhaupt.

Ob alkalische Reaction des Harns von kohlensaurem Ammoniak, oder von fixen kohlensauren oder von basisch-phosphorsauren Alkalien herrührt, erkennt man leicht. In ersterem Falle wird in den Harn getauchtes geröthetes Lackmuspapier blau, die Bläuung verschwindet aber beim Trocknen des Papiers wieder, in letzterem Falle verschwindet die Bläuung nicht.

Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoff, wohl in der Mehrzahl der Fälle erst im Harne selbst entstanden (aber woraus?), wurde von Chevallier, Höfle und Heller im Harne bei Tuberculosis und Variola, von Lambl im Harn bei Blasenkrebs aufgefunden. Bildung und Bedeutung sind gleich dunkel.

Dass bei Vermengung des Harns mit Blut und Eiter, die Bestandtheile der letztgenannten Flüssigkeiten im Harn überhaupt vorkommen müssen, ist klar und bedarf daher keiner näheren Auseinandersetzung.

Harnsedimente.

Harnsedimente. Unter Harnsedimenten versteht man feste, nicht gelöste Stoffe im Harn, welche anfänglich meist in demselben suspendirt, nach kürzerer oder längerer Zeit sich absetzen und einen Niederschlag bilden. Einige Harnsedimente bilden sich erst, nachdem der Harn bereits gelassen ist, andere dagegen entstehen schon innerhalb der Harnorgane. Aus letzteren können unter begünstigenden Verhältnissen Harnsteine sich bilden.

Der Grund des Auftretens von Sedimenten ist unter allen Umständen der, dass entweder im Harn ursprünglich aufgelöste Stoffe, bei gewissen Veranlassungen ihre Löslichkeit einbüssen und daher herausfallen, oder dass sich dem Harn innerhalb der Harnwege, gewisse aus diesen stammende und im Harn mehr oder weniger unlösliche Stoffe beimengen und mit demselben ausgeschieden werden. Erstere sind

anormale oder normale Harnbestandtheile, letztere fremdartige, meist organisirte Beimengungen.

Wir haben bereits Seite 514 die in Harnsedimenten bisher nachgewiesenen Stoffe aufgezählt und geben hier nur die, vom chemischen Standpunkte zu ihrer Charakteristik nöthigen Erläuterungen.

Freie Harnsäure.

1. Sedimente von freier Harnsäure. Dieselben kommen sehr häufig vor, namentlich bei acuten fieberhaften Krankheiten, doch zeigen sie sich auch zuweilen bei völlig normalem Zustande des Organismus. Im frischentleerten Harn kommen, ausser etwa bei Lithiasis, niemals aus freier Harnsäure bestehende Sedimente vor, nach längerem Stehen aber im Verlaufe der sauren Harngährung, scheidet jeder Harn Harnsäurekrystalle aus. Dies macht es, wie Scherer gezeigt hat, wahrscheinlich, dass die Bildung der Harnsäuresedimente unter dem Einflusse der Zersetzung der Harnpigmente vor sich geht, wobei Milchsäure gebildet wird, die die Harnsäure aus ihren Verbindungen ausscheidet. Im Harn bei fieberhaften Krankheiten findet die Ausscheidung der Harnsäure schon nach 2 bis 3 Stunden Statt. Dass sie aber auch schon innerhalb der Blase stattfinden kann, lehren die aus Harnsäure bestehenden Blasensteine; ja selbst schon in den Nieren kann dieselbe erfolgen (Nierensteine).

Harn, der Harnsäuresedimente absetzt, ist gewöhnlich von gesättigter Färbung und reagirt meist stark sauer. Das Sediment selbst ist niemals farblos, bisweilen wohl blass, gemeinhin aber von hochgelber, orangerother Farbe und von sandigem, meist schon mit freiem Auge krystallinischem Ansehen. Erkannt wird es unter dem Mikroskop leicht durch seine Krystallform, chemisch durch sein Verhalten gegen Salpetersäure, von harnsauren Salzen unterschieden durch Krystallform, Unlöslichkeit in heissem Wasser und Harn und Verhalten in der Hitze.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop zeigen sich bei der Untersuchung derartiger Sedimente platte Tafeln von rhombischem Habitus, die, gewöhnlich braun- bis goldgelb gefärbt, immer aber ausserordentlich durchsichtig und von verschiedener, zuweilen bedeutender Grösse sind (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig 1 und 6 und Taf. VII, Fig 1 und 3; ausserordentlich schön und treu sind die Abbildungen der Harnsäure bei Robin und Verdeil: Pl. XI. Fig. 1 und 2, Pl. XII, Pl. XIII, Fig 1 und 2), untermengt mit amorphem Pulver (harnsauren Salzen). Bisweilen erscheint der Rhombus in der Weise modificirt, dass die stumpfen Winkel abgerundet sind und dadurch spindelförmige Gestalten entstehen (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VII, Fig. 1 und Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 1 a, b, c, d, e); seltener sind Formen, die fassförmigen kurzen Cylindern gleichen (Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 2 c), sowie eigenthümliche rosettenähnliche Krystalldrusen, die, wie man sich durch Drücken und Verschieben des Deckblättchens überzeugen kann, ebenfalls aus rhombischen Tafeln von verschiedener Grösse bestehen, die auf ihren Kanten liegen und gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt convergiren (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VII, Fig. 3, Taf. XVII, Fig. 3, Robin und Verdeil: Pl. XI, Fig. 2 k, Pl. XIII, Fig. 1 f, g, h) Die Grundform der Harnsäure

krystalle ist ein rhombisches Verticalprisma, dessen Flächenneigung = 53° 56′ und zwei aus diesem durch Verdoppelung der macro- oder brachydiagonalen Axe entstandene Prismen, deren Combinationen Verticalprismen mit elliptischer Basis bilden. Selten aber ist freie Harnsäure in pathologischen Sedimenten allein vorhanden. Meist ist sie mit Sedimenten von harnsauren Salzen gemengt.

Harnsaure Salze.

2. Sedimente von harnsauren Salzen. Dieselben bestehen vorwiegend aus harnsaurem Natron und Kali, enthalten aber gewöhnlich noch harnsaures Ammoniak; zuweilen auch freie Harnsäure und oxalsauren Kalk. Auch diese Sedimente sind sehr häufig, namentlich bei fieberhaften Krankheiten und stellen die den Aerzten seit langer Zeit bekannten Fiebersedimente dar (Sedimenta lateritia), bilden sich aber auch häufig unter, innerhalb der physiologischen Breitegrade liegenden Bedingungen. Die Theorie ihrer Bildung ist nicht ganz aufgeklärt. Da die sauren harnsauren Alkalien in kaltem Wasser schwierig löslich sind, sich bei der Temperatur des Körpers aber leicht auflösen, da endlich die einmal gebildeten Sedimente sich ebenfalls leicht auflösen, wenn man den Harn gelinde erwärmt, hat man ihre Entstehung zu erklären versucht, indem man annahm, dass sie sich dann bilden, wenn die Menge der harnsauren Salze im Harn vermehrt ist, wenn der Harn sehr concentrirt und daher wasserarm ist und sich nun nach der Entleerung des Harns, die Temperatur desselben so sehr erniedrigt, dass sie nicht mehr gelöst erhalten werden. Obgleich diese Theorie für viele Fälle richtig ist und namentlich auch darin ihre Stütze findet, dass sich derartige Sedimente besonders häufig bei Fiebern und in allen jenen Zuständen bilden, wo die Oxydation im Blute beeinträchtigt ist, so passt sie doch nicht für alle. Häufig nämlich bilden sich derartige Sedimente in einem Harn, der viel weniger harnsaure Salze enthält, wie nicht sedimentirender, wofür in jüngster Zeit Bartels mehrfache Belege gebracht hat und häufig tritt das Sediment viel später auf als zu jener Zeit, wo sich die Temperatur des Harns mit der Lufttemperatur ins Gleichgewicht gesetzt hat; es müssen demnach hier andere Grundbedingungen gegeben sein. Es hat Lehmann gezeigt, dass der Harnfarbstoff und die saure Harngährung, an der Entstehung derartiger Sedimente ebenfalls ihren Antheil haben, wenngleich weitere Untersuchungen erforderlich scheinen, um diesen Antheil genauer zu ermitteln.

Sedimente von harnsauren Salzen bilden sich ebenfalls meist in stark saurem Harn; die Farbe solcher Sedimente und des Harns ist sehr wechselnd. Der Harn ist bald blassgelb, bald gesättigt hochgelb, röthlich, braunroth, die Farbe des Sedimentes grauweiss, weiss, rosaroth, ziegelroth, braunroth bis kupferroth. Diese Sedimente sehen oft Schleim, Eiter oder Blut täuschend ähnlich und lassen sich durch das blosse Ansehen davon nicht unterscheiden. Erkannt werden sie durch ihre mikroskopischen Charaktere, chemisch durch ihre Löslichkeit in dem gelinde erwärmten Harn, ihr Verhalten gegen Salpetersäure und Ammoniak und ihr Verhalten in der Hitze.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheinen die Sedimente aus harnsauren Salzen gewöhnlich als vollkommen amorph scheinende feinkörnige Moleküle, oder das harnsaure Natron (nur unter gewissen Bedingungen) in Form von Kugeln, die mit stachelartig aufsitzenden, kleinen feinen Prismen besetzt sind (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVIII, Fig. 1 und 2, Taf. VII, Fig. 5 und Robin und Verdeil: Atlas, Pl. XVII, Fig. 3 a, b, d, e). Die Kugelhaufen verwandeln sich in kurze hexagonale Prismen oder dicke Tafeln, Salzsäure löst Alles, bald aber erscheinen die Krystalle der Harnsäure.

Beim Erhitzen und Verkohlen hinterlassen derartige Sedimente einen weissen anschmelzenden Rückstand, der, mit Wasser befeuchtet, rothes Lackmuspapier bläut und mit Säuren aufbraust. Auf dem Platindraht giebt er vor dem Löthrohr Natronreaction.

Oxalsaurer Kalk.

3. Sedimente aus oxalsaurem Kalk finden sich in saurem, neutralem und in alkalischem Harn, nicht selten, ja sogar meistens, mit Harnsäure und harnsauren Salzen gemengt. Krystalle von oxalsaurem Kalk im Harn sind übrigens keineswegs eine pathologische Erscheinung, sondern zeigen sich auch bei Gesunden sehr häufig, namentlich im Verdauungsharn und nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, von Sauerampfer, von kohlensäurereichen Getränken. Wenn sie im Harn an und für sich nicht nachzuweisen sind, so gelingt es oft, sie aufzufinden, wenn man Harn ausfrieren lässt und die rückständige Mutterlauge untersucht (Lehmann), oder wenn man den Harn in einem hohen und engen Glase 24 Stunden stehen lässt und dann die unterste Schicht untersucht. Reichlicheres Auftreten von oxalsaurem Kalk ist bei den Aerzten unter dem Namen Oxalurie bekannt, ist aber keineswegs von diagnostischer Bedeutung für gewisse Krankheitsformen, sondern kann sich bei Gesunden und bei allen Krankheiten und zu allen ihren Perioden zeigen (Gallois). Indessen stellt sich Oxalurie bei einigen Krankheiten häufiger ein als bei anderen, namentlich bei Dyspepsie, Spermatorrhoe und Rückenmarksleiden. Der Harn bei Oxalurie ist meist dunkel gefärbt, besitzt einen an Reseda oder Hagebutten erinnernden Geruch, der besonders beim Erwärmen hervortritt, und ist reich an Harnsäure und Harnstoff.

Die Bildungsweisen der Sedimente von oxalsaurem Kalk sind noch wenig aufgeklärt. Auf welche Weise die Oxalsäure sich im thierischen Organismus bilden kann, wurde Seite 283 erörtert. Wodurch aber oxalsaurer Kalk im Harn gelöst erhalten wird und unter welchen Bedingungen die Ausscheidung erfolgt, ist noch nicht überzeugend dargethan. Neubauer hat darauf aufmerksam gemacht, dass nach seinen Versuchen beim Vermischen einer Lösung von phosphorsaurem Kalk in saurem phosphorsauren Natron, mit einer Lösung von Oxalsäure oder einem oxalsauren Alkali, sich alsbald oxalsaurer Kalk ausscheidet, dass aber der oxalsaure Kalk in saurem phosphorsauren Natron keineswegs unlöslich ist.

Obgleich sich der oxalsaure Kalk häufig erst im entleerten Harn,

vielleicht in Folge der Harngährung ausscheidet, so erfolgt seine Ausscheidung doch auch schon zuweilen in den Nieren und der Blase und giebt dann unter begünstigenden Verhältnissen, zur Bildung von Harnsteinen und Nierensteinen Veranlassung.

Erkannt wird der oxalsaure Kalk am einfachsten durch das Mikroskop, durch seine äusserst charakteristische Krystallform und seine mikrochemischen Reactionen.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheint der oxalsaure Kalk in Gestalt kleiner zierlicher, glänzender, vollkommen durchsichtiger, das Licht stark brechender, scharfkantiger Quadratoctaëder, die mit Briefcouverten Aehnlichkeit zeigen (Funke: Atlas. 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 2, Taf. II, Fig. 1; Robin und Verdeil: Atlas, Pl. VI, Fig. 2 und 3). Der Neigungswinkel des Octaëders beträgt 119° 34′.

Die Krystalle sind unlöslich in kaltem und warmem Wasser, in erwärmtem Urin, in Essigsäure und Ammoniak, löslich dagegen in stärkeren Mineralsäuren.

Zum Glühen erhitzt, verwandelt sich der oxalsaure Kalk ohne Schwärzung in kohlensauren Kalk.

Hippursäure.

4. Sedimente von Hippursäure sind sehr selten; sie finden sich bei Gesunden nach dem reichlichen Genusse von Obst, nach dem Einnehmen von Benzoësäure oder Zimmtsäure und bei verschiedenen Krankheiten, ohne dass sich eine Beziehung solcher Sedimente zu gewissen Krankheitsformen bisher ergeben hätte (J. Vogel). Ihre Bildung scheint von einer Vermehrung der Hippursäure und im Uebrigen von denselben Bedingungen abhängig zu sein, wie die Bildung von Sedimenten aus freier Harnsäure bestehend.

Mikroskopische Charaktere.

Unter dem Mikroskop erscheinen sie als rhombische Prismen oder nadelförmige Krystalle (Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. VIII, Fig. 3). Bisweilen besteht ein Sediment aus einer Mischung von Hippursäure- und Harnsäurekrystallen, oder es sitzen grösseren Harnsäurekrystallen nadelförmige Krystalle wie Spiesse auf. Eine genauere chemische Prüfung erscheint hier übrigens immer nöthig (J. Vogel).

Cystin.

5. Sedimente von Cystin sind ebenfalls sehr selten. Was die Verhältnisse des Vorkommens des Cystins im Harn überhaupt aneblangt, so verweisen wir auf das darüber S. 226 u. 554 Gesagte. Aus den Beobachtungen von Fabre und von Bartels scheint hervorzugehen, dass das Auftreten des Cystins von persönlichen Verhältnissen, Klima und Lebensweise unabhängig ist. Merkwürdig ist sein Vorkommen bei mehreren Gliedern einer und derselben Familie (Marcet, Prout, Lenoir, Civiale, Toel). Gewöhnlich sind Cystinsedimente mit phosphorsauren Erden gemengt (Fabre).

Mikroskopische Charaktere.

Cystinsedimente werden am leichtesten durch das Mikroskop erkannt. Das Cystin erscheint dann in Gestalt farbloser, durchsichtiger, sechsseiti-

ger Tafeln (Funke: Atl., 2te Aufl. Taf. III, Fig. 6; Robin und Verdeil: Atl. Pl. XXXIII).

Doch genügt die mikroskopische Untersuchung zum sicheren Nachweise nicht und man muss sich auch auf chemischem Wege davon überzeugen, dass man es mit Cystin zu thun hat (Löslichkeit in Mineralsäuren und Alkalien, Verhalten gegen Bleioxyd in kalischer Lösung siehe Seite 226).

6. Sedimente von Tyrosin wurden von Frerichs und Städeler, namentlich bei acuter Leberatrophie beobachtet.

Tyrosin.

Bezüglich der mikroskopischen Charaktere des Tyrosins vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. IV, Fig. 3. Bezüglich des chemischen Verhaltens und der übrigen Beziehungen S. 218.

7. Ein für Xanthin gehaltenes Sediment wurde von Bence-Jones beobachtet, scheint aber eher aus Hypoxanthin bestanden zu haben.

8. Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia finden sich im Harn constant, wenn derselbe, in Folge der Zersetzung des Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak, alkalisch geworden ist; zuweilen aber finden sie sich schon im frisch gelassenen Harn, namentlich bei Blasen- und Rückenmarksleiden, bei Diabetes. Solcher Harn reagirt entweder alkalisch oder neutral, doch hat man auch schon Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia in schwach saurem Harn beobachtet.

Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

Die Krystallform der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia ist so charakteristisch und die Krystalle sind von so ausgezeichneter Schönheit, dass diese Sedimente durch die mikroskopische Untersuchung sofort erkannt werden. Gute Abbildungen s. bei Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 5, Taf. XVIII. Die am häufigsten vorkommenden Gestalten sind Combinationen des rhombischen verticalen Prisma's, die mit Sargdeckeln grosse Aehnlichkeit haben.

Mikroskopische Charaktere.

Die Krystalle sind in heissem Wasser unlöslich, verschwinden aber leicht auf Zusatz von Essigsäure. — Glüht man ein aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehendes Sediment, so entweicht Ammoniak und es bleibt ein Rückstand, der in Essigsäure ohne Aufbrausen löslich ist; aus der Lösung wird durch Ammoniak ein krystallinischer Niederschlag gefällt.

9. Sedimente von phosphorsaurem Kalk. Diese Sedimente kommen selten allein für sich vor, sondern sind meist mit phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia gemengt. Die Bedingungen der Bildung derartiger Sedimente sind dieselben, wie sie für die Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia gelten.

Phosphorsaurer Kalk.

Unter dem Mikroskop erscheint der phosphorsaure Kalk entweder in Gestalt eines krystallinische Textur verrathenden, stark lichtbrechenden dunkeln Pulvers, oder in wirklichen Krystallen, die nach der Beschreibung von Hill-Hassal,

Mikroskopische Charaktere.

kugelige Drusen mit ihren breiten oder spitzen Enden zusammenstossender, sehr schmaler, sechsseitiger, schräger Pyramiden, oder sich kreuzende lanzettförmige Blätter darstellen.

Im frischen Harn kommen nach den Erfahrungen von Hill-Hassal Kalkphosphatkrystalle viel häufiger vor, als Sedimente von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia. Solcher Harn ist gewöhnlich blass, von schwach saurer Reaction und wird leicht alkalisch. Manchmal scheiden sich die Krystalle schon in der Blase ab, meist aber erst nach der Entleerung. Bedingungen dieser Sedimente sind grosser Kalkgehalt des Harns und schwach saure Reaction (Roberts, Bence-Jones).

In Wasser ist der phosphorsaure Kalk unlöslich, löst sich aber in Säuren auf und wird durch Alkalien aus diesen Lösungen amorph gefällt.

Organisirte Materien.

10. Sedimente aus organisirten Materien. Es gehören hierher Sedimente von Schleim, Eiter, Blut und Faserstoffcoagula, Samenfäden, ferner Pilze und Infusorien, sowie endlich Sarcina ventriculi.

Die Bedeutung dieser Beimengungen des Harns ist eine ausschliesslich physiologisch-pathologische, die Chemie hat damit ebenso wenig zu schaffen, wie mit ihrer Ausmittelung, die durch die mikroskopische Untersuchung geschieht, aber Kenntnisse in der Histologie voraussetzt. Wir beschränken uns daher hier, auf einige Bemerkungen und Hinweisung auf gute Abbildungen.

Besteht das Sediment aus organisirten Gebilden, so können dieselben sein:

a. Pflaster- und Cylinderepithelium. Vergl. die Handb. und Atl. der Physiologie und Histologie.

b. Schleim- und Eiterkörperchen. Vergl. Funke, Atlas, 2te Aufl. Taf. XVII, Fig. 5.

c. Schlauchförmige oder cylindrische Körper, entweder Epithelialcylinder der Bellinischen Röhrchen, deren kernhaltige Zellen agglomerirt und durch eine feinkörnige Masse sichtbar sind. Vgl. Funke: Atlas, 2. Aufl. Taf. XVI, Fig. 4, 5, 6, oder Exsudatpfröpfe aus den Bellinischen Röhrchen, aus Faserstoff bestehend. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVI, Fig. 6, oder endlich sehr durchsichtige hyaline Schläuche, hohlen Cylindern gleichend, durch Kali unter Zurücklassung einer feinen granulösen Masse verschwindend. Lehmann hält sie für die Membrana propria der Harncanälchen, Frerichs für plattgedrückte Faserstoffgerinnsel. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVI, Fig. 5.

d. Spermatozoiden. Vergl. die Handb. u. Atl. der Histologie und Physiologie.

e. Blutkörperchen. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl., Taf. XI, Fig. 1 u. f.

f. Fadenpilze. Gewöhnlich nur in bereits alkalisch gewordenem zersetzten Harn. Vergl. Funke: Atlas, 2te Aufl. Taf. XVIII, Fig. 6.

g. Infusorien. Ebenfalls meist im alkalisch gewordenen Harn, Vibrio lineola (?) und Monas termo Ehrenb.

h. Faserstoffschollen und Klumpen sehr selten und dann meist in grösseren Massen vorhanden.

i. Sarcina vertriculi Goodsir. Sehr selten. Die charakteristische Form lässt nicht leicht eine Verwechselung zu. Vergl. Funke, Atlas, 2te Aufl. Taf. XIV, Fig. 4.

b) Quantitative Veränderungen.

Quantitative Zusammensetzung des Harns in Krankheiten

Aenderungen in den Gewichtsverhältnissen der mit dem Harn austretenden Stoffe, finden bereits unter physiologischen Verhältnissen in so ausgedehntem Maasse statt, dass es von vornherein einleuchten muss, dass auch bei Krankheiten solche eintreten werden. Allein auch bei der Beobachtung richtiger Principien, ist es ungemein schwierig, den Einfluss, welchen die auch während der Krankheit noch geltenden physiologischen Bedingungen auf die Ausscheidungsverhältnisse ausüben, von demjenigen zu unterscheiden und zu sichten, der von dem Krankheitsprocesse selbst ausgeübt wird. Um ein Beispiel zu wählen: die Ausscheidung gewisser Harnbestandtheile geht proportional der Zufuhr, nimmt demnach ab bei Nahrungsmangel; da nun bei Krankheiten das Nahrungsbedürfniss auf ein Minimum herabgedrückt zu sein pflegt und auch durch therapeutische Rücksichten die Nahrung beschränkt wird, so werden hier Bedingungen gegeben sein, die an und für sich eine Verminderung gewisser Ausscheidungen zur Folge haben. Aehnlich verhält es sich nun mit anderen Einflüssen.

Wir folgen in Nachstehendem ganz den Angaben J. Vogel's, wie er dieselben im zweiten Theile der Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns von Neubauer und Vogel niedergelegt hat. Nur bei jenen Stoffen, über welche von ihm keine Untersuchungen angestellt sind, beziehen wir uns auf andere Beobachter. Im Allgemeinen aber müssen wir hervorheben, dass im Verlaufe einer und derselben Krankheit, in den verschiedenen Stadien derselben, sehr bedeutende Schwankungen vorkommen können, so dass man allgemeine Aussprüche hier möglichst vermeiden muss, um nicht den wirklich thatsächlichen Verhältnissen geradezu zu widersprechen. Aus diesem Grunde ist es auch ziemlich misslich, zur Darstellung der Ausscheidungsverhältnisse, die sonst so übersichtliche Tabellenform zu benutzen und wenn wir es dennoch thun, so verweisen wir als Correctiv auf die daran angefügten besonderen Bemerkungen.

Krankheiten	Harnmenge in 24 Stunden	Harnstoff in 24 Stunden	Harnsäure in 24 Stunden	Kreatin und Kreatinin	Chloride in 24 Stunden	Sulfate in 24 Stdn.	Phosphorsaure Alkalien in 24 Stdn.
Acute fieberhafte Krankheiten							
a) Bis zur Acme	abnehmend	vermehrt	vermehrt	—	rasch vermindert	vermindert	vermindert
b) Stadium der Abnahme	zunehmend	abnehmend	vermindert	—	zunehmend	—	—
c) der Reconvalescenz .	zur Norm zurück	zur Norm zurück	—	—	zuweilen über die Norm	—	—
Acuter Hydrops	vermindert	—	—	—	verschwindend	—	—
Acute Brightische Krankheit	—	—	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Acute Tuberculose	—	—	—	fehlend	verschwindend	—	vermindert
Pneumonie	vermindert	—	vermehrt	fehlend	verschwindend	—	vermindert
Rheumatismus acutus . . .	vermindert	—	vermehrt	—	vermindert	—	vermindert
Acute Nervenkrankheiten .	—	—	—	—	—	—	vermehrt
Cholera	vermindert auf das Minimum	vermehrt mit der Diurese	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Typhus	vermindert	—	—	vermehrt	verschwindend	—	—
Urämie	—	vermindert	—	—	—	—	—
Nach starken operativen Eingriffen:							
a) unmittelbar darnach .	—	vermindert	—	—	—	—	—
b) vom zweiten Tage an .	—	zunehmend	—	—	—	—	—
c) später	—	zur Norm zurück	—	—	—	—	—
Chronische Krankheiten .	—	vermindert	—	—	meist vermindert	vermindert	vermindert
Wechselfieber:							
a) Fiebertage	—	vermehrt	mehr	—	vermehrt	—	—
b) fieberfreie Tage . . .	—	vermindert	weniger	—	vermindert	—	—
c) Paroxysmus	—	vermehrt	weniger	—	vermehrt	—	—
d) Apyrexie	—	vermindert	mehr	—	vermindert	—	—
Diabetes mellitus	vermehrt	vermindert	vermindert (gewöhnlich)	vermindert	—	—	—
Diabetes insipidus	vermehrt	vermindert	vermindert (gewöhnlich)	vermindert	—	—	—
Hydropisieen	vermindert	vermindert	—	—	zuweilen enorm vermehrt	—	vermehrt
Chron. Morbus Brighti . .	—	vermindert	—	vermehrt bei Urämie	vermindert, mit eintretender Diurese vermehrt	—	—
Leukämie	—	—	ausserordentlich vermehrt	—	—	—	—
Chronische Arthritis . . .	—	—	vermindert	—	—	—	—
Manie während des Anfalls	vermindert	vermindert	[illegible]	[illegible]	vermindert	vermindert	vermindert

Dieser Tabelle schliessen wir folgende Erläuterungen an:

Harnmenge.

Die Verminderung der Harnmenge bei allen acuten fieberhaften Krankheiten, ist eine ganz constante Erscheinung und fast immer durch eine Verminderung der Wasserausscheidung durch die Nieren bedingt.

Auch gegen das tödtliche Ende von Krankheiten überhaupt, sinkt häufig die Urinmenge; doch ist diese Erscheinung keineswegs constant. Bei Wassersuchten ist die Verminderung der Urinmenge Ursache, oder Folge der hydropischen Ergüsse; die Vermehrung der Urinmenge ist besonders ausgesprochen bei Diabetes.

Harnstoff

Die Ausscheidungsverhältnisse des Harnstoffs in Krankheiten gehen, wie auch im physiologischen Zustande, dem Umsatze der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile parallel.

Eine momentane Vermehrung kann auch die Folge von vermehrter Urinsecretion sein. Eine Verminderung desselben kann, ausser einer Verlangsamung des Stoffwechsels, von einer Zurückhaltung des Harnstoffs im Körper (bei Urämie und Hydrops) abhängen. Bei chronischen Krankheiten sinkt die Harnstoffausscheidung am tiefsten, wenn verminderter Stoffwechsel mit verminderter Energie der Nierenthätigkeit zusammenfallen. Wenn endlich bei Hydrops, durch Diuretica oder spontan gesteigerte Thätigkeit der Nieren, eine reichliche Harnabsonderung erfolgt, so findet eine bedeutende Vermehrung der Harnstoffausscheidung statt, indem neben dem augenblicklich producirten, auch der im Körper angesammelte Vorrath ausgeschieden wird.

Nach bedeutenderen operativen Eingriffen in den Organismus, sinkt unmittelbar darauf die Harnstoffausscheidung unter das gewöhnliche Maass, vom zweiten Tage an aber nimmt dieselbe wieder zu und zwar in Folge vermehrter Energie des Stoffwechsels, wie sich dies aus gleichzeitig erhöhter Körpertemperatur und Verlust an Körpergewicht zu erkennen giebt. Diese Erscheinung findet auch ohne Gegenwart von Fieber statt (W. Müller).

Die Harnstoffausscheidung bei Wechselfiebern, steht in einer bestimmten Beziehung zur Temperatur. Während der Apyrexie ist die stündliche Harnstoffmenge unter der Norm; während des Froststadiums steigt die Harnstoffmenge bedeutend und erreicht im Beginne des Hitzestadiums ihr Maximum, dann fällt sie wieder mit der Temperatur. Aehnlich verhält sich die Chlorausscheidung. Diese Sätze gelten aber nur für die absoluten ausgeschiedenen Mengen, nicht aber für die relativen (Sidney Ringer). Einen Einfluss des Fiebers überhaupt auf die Harnstoffausscheidung bei den verschiedensten Krankheiten, glaubt H. Huppert aus den vorhandenen Daten erschliessen zu dürfen und zwar in dem Sinne, dass mit der Höhe des Fiebers und der Temperatursteigerung auch die Harnstoffausscheidung ansteige und umgekehrt.

Harnsäure.

Eine absolute Vermehrung der Harnsäure und eine Veränderung des normalen Verhältnisses zwischen Harnstoff und Harnsäure zu Gunsten

letzterer, tritt bei fieberhaften Krankheiten dann ein, wenn dieselben mit erheblichen Störungen des Athmungsprocesses verbunden sind (Typhus, Bronchitis capillaris, Pericarditis, Tuberculose, Kohlenoxydvergiftung etc. Bartels). Zwischen der Grösse der Harnsäureausscheidung im Frost- und Hitzestadium der Wechselfieber findet kein Unterschied statt. Einige Stunden nach dem Paroxysmus wird ein harnsäurereicherer Harn ausgeschieden, als während des Paroxysmus selbst. Wenn die Anfälle überhaupt cessirt haben, findet gewöhnlich an einem der nächsten Tage eine bedeutende Vermehrung der Harnsäureausscheidung statt (Ranke). Im Diabetes mellitus fehlt zuweilen die Harnsäure im Harn ganz (Ranke). Der Zusammenhang zwischen Harnsäureausscheidung einerseits und Verdauung, Milzanschwellung anderseits, die Harnsäurevermehrung in der lienalen Leukämie, die aber Bartels durchaus nicht constatirt fand, im Intermittens, das vorzugsweise Vorkommen der Harnsäure im Milzsafte und endlich die milzabschwellende und harnsäurevermindernde Wirkung des Chinins werden dafür geltend gemacht, dass eine Hauptbildungsstätte der Harnsäure die Milz sei (Ranke).

Kreatin und Kreatinin.

Eine vermehrte Ausscheidung des Kreatins und Kreatinins lässt sich nach Schottin auf zwei Grundursachen zurückführen, 1. auf pathologische Veränderungen, bei welchen die Umwandlung dieser Stoffe durch Oxydation, innerhalb des Organismus gehemmt oder gehindert ist (Urämie), 2. solche Veränderungen, in welchen das Kreatin durch Degeneration der quergestreiften Muskeln vermehrt ist. Diese Veränderungen finden aber, nach den Beobachtungen von Zenker und Schottin beim Typhus abdominalis in bedeutendem Grade statt. Bezüglich der Vermehrung des Kreatins und Kreatinins bei gestörter Nierenthätigkeit nimmt Schottin an, dass dieselbe im geraden Verhältnisse stehe, zur Störung in der Nierensecretion und zur Intensität der Urämie, in umgekehrtem aber zur Grösse des Hydrops. Eine sehr bedeutende Verminderung des Kreatinins im Harn bei Diabetes bis zum gänzlichen Fehlen desselben, wurde von Winogradoff und Stopczansky übereinstimmend constatirt und nachgewiesen, dass gegentheilige Angaben von Maly, auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind.

Chloride.

Die beträchtliche Abnahme der Chlorausscheidung, bis zum völligen Verschwinden, in acuten Krankheiten, namentlich aber in exsudativen Entzündungsprocessen ist zum Theil allerdings durch das gänzliche Darniederliegen der Esslust bedingt, zum Theil aber auch durch andere Ausscheidungen (Diarrhöen, seröse Transsudate); ob eine chlorvermindernde Thätigkeit der Nieren dabei ebenfalls im Spiele ist, muss dahingestellt bleiben. Bei allen acuten Krankheiten zeigt eine stetige Abnahme des Chlors, eine Zunahme und eine stetige Zunahme desselben eine Abnahme der Krankheit an. In den höchsten Stadien der Pneumonie ist das Chlor im Harn häufig nicht nachweisbar. Bei Hydrops wird mit der Diurese

eine reichliche Menge Chloride entleert, die Ausscheidung derselben erreicht zuweilen eine enorme Höhe. (Vogel erzählt einen Fall, wo per Tag 55 Grm. Chlornatrium ausgeschieden wurden.) Bei Diabetes insipidus treten zuweilen ähnliche Erscheinungen ein.

Sulfate und Phosphate.

Ueber die Ausscheidung von Sulfaten und Phosphaten in Krankheiten, sind die Ergebnisse der angestellten Untersuchungen wenig bestimmt. Es dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass die Ausscheidungsverhältnisse der schwefelsauren Alkalien und der phosphorsauren Erden denen des Harnstoffs, bis zu einem gewissen Grade parallel gehen. Nach Addison's Beobachtungen, erscheint die durchschnittliche geringe Menge der ausgeschiedenen Phosphorsäure, als pathognomonisch für die maniakalische Aufregung; nach beendigtem Anfalle steigt die Phosphorsäuremenge wieder rasch an. Dasselbe gilt von den übrigen in der Manie ausgeschiedenen Harnbestandtheilen.

Als Anhang zu den pathologischen Verhältnissen des Harns finden hier die passendste Stelle die Harnsteine.

Harnsteine.

Harnsteine. Unter diesem Namen begreift man alle Concretionen, welche sich aus dem Harn bilden, gleichgültig in welchem Theile des Harnapparates sie entstehen; ihre gewöhnliche Bildungsstätte sind die Nieren und die Harnblase und demgemäss unterscheidet man Nierensteine und Blasensteine. Die Harnsteine, welche sich in den Harnleitern und der Harnröhre finden, sind gewöhnlich nicht dort gebildet, sondern stammen aus Nieren und Blase.

Bestandtheile derartiger Concretionen können alle jene Stoffe sein, die im Harn Sedimente bilden und ihre Entstehung beruht wohl immer auf, bereits innerhalb der Harnorgane sich ausscheidenden Sedimenten, welche durch ein Bindemittel, am häufigsten wohl Schleim, zusammenkleben und dann durch Juxtaposition wachsen, indem neue Sedimente sich bilden.

Alles, was von der Bildungsweise der verschiedenen Harnsedimente angeführt wurde, gilt daher auch für die Harnsteine und wir verweisen daher einfach darauf, ohne uns hier in weitere Erörterungen über die Bildung der Harnsteine einzulassen.

Arten derselben.

1. Harnsteine, grösstentheils oder ganz aus Harnsäure bestehend, sind die häufigsten. Solche Steine sind meist hart, von rothbrauner, braungelber, selten weisser Farbe; ihre Oberfläche ist glatt oder warzig, der Bruch krystallinisch oder erdig. Der Durchschnitt zeigt dünne concentrische Schichten. Sie enthalten immer kleine Mengen anderer Bestandtheile, zuweilen einen aus verhärtetem Schleim bestehenden Kern und erreichen zuweilen eine bedeutende Grösse.

2. Harnsteine, nur aus harnsaurem Ammoniak bestehend, sind selten, gewöhnlich sind es Gemenge von harnsaurem Ammoniak mit

freier Harnsäure und anderen harnsauren Salzen. Sie kommen meist bei Kindern vor. In ihren physikalischen Charakteren kommen sie meist mit den eigentlichen Harnsäuresteinen überein.

3. Harnsaure Salze mit feuerbeständiger Basis, sind bisher nur als Beimengungen von Steinen aus Harnsäure gefunden worden. Sie lassen sich von der freien Harnsäure durch kochendes Wasser trennen.

4. Steine aus oxalsaurem Kalk sind häufig. Sie sind gewöhnlich rund, meist aber mit einer Menge von Warzen besetzt (Maulbeersteine), dunkel, bräunlich gefärbt und ziemlich gross, zuweilen aber kleiner, blässer und glatt: Hanfsamensteine.

5. Steine aus phosphorsauren Erden. Diese Steine haben eine weissliche Farbe, sind erdig, kreidig, bisweilen porös, zuweilen geschichtet und schalig.

6. Steine aus Xanthin sind sehr selten; ein von Wöhler untersuchter Stein war an der Oberfläche von hellbrauner, stellenweise von weisslicher Farbe, auf dem Bruche matt, bestand aus concentrischen Schichten, bekam durch Reiben Wachsglanz und hatte ungefähr dieselbe Härte wie die harnsauren Steine.

7. Steine aus Cystin sind ebenfalls selten. Sie haben eine gelbliche Farbe, eine glatte Oberfläche, auf dem Bruche ein krystallinisches Aussehen.

8. Harnsteine aus indifferenten organischen Materien sind bisher selten beobachtet. Sie entstehen entweder aus Blasenschleim, oder noch häufiger aus Coagulis von Blut und Faserstoff, die sich in den Nierenbecken oder der Blase ansammeln und dort weitere Veränderungen erfahren.

9. Zusammengesetzte Harnsteine. Sie enthalten gleichzeitig mehrere Bestandtheile, neben den im Vorhergehenden genannten auch noch kleine Mengen von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia und Kieselerde. Man hat von derartigen zusammengesetzten Steinen bisher beobachtet:

a) Steine aus Harnsäure und harnsauren Salzen;

b) Steine aus Harnsäure, harnsauren Salzen und phosphorsauren Erden;

c) Steine aus oxalsaurem Kalk und phosphorsauren Erden;

d) Steine aus Harnsäure und oxalsaurem Kalk und harnsauren Salzen;

e) Steine aus Harnsäure, oxalsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, harnsauren Salzen, kohlensaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia (Loir).

Die Bestandtheile zusammengesetzter Harnsteine sind bisweilen innig mit einander gemengt, häufiger aber in mehr oder weniger regelmässigen

Schichten aufeinander abgelagert, so dass derselbe Stein sich in verschiedene Lagen von verschiedener chemischer Beschaffenheit zerlegen lässt, die offenbar zu verschiedenen Zeiten entstanden sind.

Bei der Bildung derartiger Steine, treten zu verschiedenen Perioden ihrer Entwickelung, die verschiedenen Bedingungen ein, die die Bildung der verschiedenen Sedimente veranlassen, wobei zunächst die saure und alkalische Harngährung, innerhalb der Harnorgane erfolgend und letztere, durch die Gegenwart des Steines selbst beschleunigt (in Folge der Blasenreizung und reichlicherer Schleimsecretion), in Betracht kommen.

Quantitative Analysen von Harnsteinen sind in grosser Menge angestellt, bieten aber kein allgemeines Interesse dar.

Harnbereitung.

Harnbereitung.

So lange man die organischen Bestandtheile des Harns im Blute nicht aufgefunden hatte, betrachtete man die Nieren in demselben Sinne als das harnbereitende Organ, wie man die Leber als das gallenbereitende betrachtet. Seit man aber die Bestandtheile des Harns bereits im Blute vorhanden weiss, schien diese Anschauung nicht länger haltbar und man fing an, die Nieren gewissermaassen nur als ein Filter zu betrachten, durch welches gewisse Blutbestandtheile als Harn treten, um aus dem Körper ausgeschieden zu werden. Zur Bezeichnung der Sache ist der Ausdruck aber keineswegs zutreffend, denn ein Filter ist ein Apparat, durch welchen Gelöstes von Ungelöstem geschieden wird, nicht aber ein solcher, welcher zwischen dem durchzulassenden Gelösten eine Auswahl trifft, wie dies bei den Nieren der Fall ist, die unter normalen Verhältnissen von den Blutbestandtheilen wohl Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Kreatin und Kreatinin und Salze durchlassen, nicht aber Albuminate, Zucker und Fettseifen, nicht Cholesterin u. s. w.; die Harnbildung verhält sich in dieser Beziehung dem Schweisse ähnlich; sie ist keineswegs eine blosse Transsudation, aber anderseits unterscheidet sich der Harn von der Galle z. B. dadurch, dass seine Bestandtheile im Blute bereits vorhanden sind. Doch giebt sich eine besondere Mitwirkung der Nieren bei der Harnbereitung schon dadurch zu erkennen, dass das Mengenverhältniss der die Nieren passirenden Bestandtheile, ein wesentlich anderes ist, wie im Blute. Endlich spricht für die Eigenartigkeit der Harnsecretion der Umstand, dass auch im Nierengewebe selbst erzeugte Stoffe, wie Leucin, Cystin, Taurin, Inosit, unter normalen Bedingungen nicht mit dem Harn austreten.

Chemische Thatsachen.

Vom chemischen Standpunkte und mit diesem allein haben wir es hier zu thun, steht demnach so viel fest, dass der Harn: das Product einer Wechselwirkung zwischen Blut und Nierengewebe, mit Ausnahme etwa der Harnfarbstoffe, zwar keine Bestandtheile führt, welche im Blute nicht auch vorkämen, dass er aber andererseits unter normalen Verhältnissen niemals gewisse Blutbestandtheile enthält und dass endlich auch

das gegenseitige Mengenverhältniss der in ihm vorkommenden Stoffe ein total verschiedenes von demjenigen ist, welches dieselben im Blute darbieten. Damit ist aber auch der bestimmende Einfluss der Nieren auf die Harnbereitung ausgesprochen.

Die nun weiter sich aufdrängenden Fragen sind zahlreich, die wichtigsten derselben sind: warum treten gewisse Blutbestandtheile unter normalen Verhältnissen nicht in den Harn über, wodurch werden sie zurückgehalten, welche Rollen spielen dabei die einzelnen anatomischen Elemente des Nierengewebes, kommen dabei chemische Anziehungen oder physikalisch-osmotische Verhältnisse zur Geltung, finden innerhalb der Niere selbst noch weitere Ausgleichungserscheinungen, zwischen dem Secret und dem Blute der Capillaren statt, welchen Einfluss hat die wechselnde Zusammensetzung des Blutes auf Maass und Qualität der Harnabsonderung, welchen Einfluss übt dabei das Nervensystem aus.

Ergebnisse der experimental-physiologischen Forschung.

Die neuere Experimentalphysiologie, der die Lösung aller dieser Fragen zukommt, hat denselben ihre ganze Aufmerksamkeit zugewendet und wenn es ihr bei grossem Aufwand an Mühe und Scharfsinn, durch zahlreiche Untersuchungen auch nicht gelungen ist, alle diese Fragen definitiv zu lösen, so hat sie doch wichtiges Material zu ihrer Lösung geliefert und zahlreiche Wege gelichtet, auf denen man dem erreichbaren Ziele immer näher zu kommen hoffen darf.

Diejenigen, welche sich eine nähere Kenntniss von dem Standpunkte der, in Obigem kurz angedeuteten physiologischen Fragen verschaffen wollen, müssen wir auf die Lehrbücher der Physiologie, namentlich aber auf C. Ludwig's Lehrbuch der Physiologie verweisen, da das volle Verständniss der aufgestellten Theorien der Harnsecretion, eine genaue Kenntniss des feineren anatomischen Baues der Nieren zur unumgänglichen Voraussetzung hat, eine Voraussetzung, die aber für den chemischen Theil unserer Leser nicht zutreffend sein dürfte und endlich ein näheres Eingehen auf anatomisches Detail ausserhalb des Planes dieses Werkes liegt.

Die physiologische Bedeutung des Harns bedarf nach den im ersten Abschnitte und anderen Stellen dieses Werkes über den Stoffwechsel gegebenen Erläuterungen, keiner weiteren Auseinandersetzung.

Zur vergleichenden Chemie des Harns.

Harn von Thieren.

Das Wesentliche, was wir über die Zusammensetzung des Harns verschiedener Thiere und Thierclassen wissen, ist kurz gefasst Folgendes:

Harn der Carnivoren.

Der Harn der Carnivoren ist dem des Menschen am ähnlichsten. Er ist in frischem Zustande klar, lichtgelb, von saurer Reaction und enthält dieselben Bestandtheile wie der Harn des Menschen. Er enthält namentlich viel Harnstoff, aber wenig Harnsäure.

Hundeharn.

Der Harn der Hunde enthält Kynurensäure, Harnstoff und häufig Gallenfarbstoff, Indican, Bernsteinsäure, aber nur Spuren von Harnsäure.

Der Harn des **Schweines** ist vollkommen klar, deutlich alkalisch und enthält häufig kohlensaure Alkalien; er trübt sich beim Kochen, indem dabei die doppelt-kohlensauren Alkalien in einfach-kohlensaure übergehen. Harnsäure und Hippursäure scheinen zu fehlen, dagegen enthält er Harnstoff.

Schweineharn.

Der Harn der **Herbivoren** ist trübe, lehmicht gelb gefärbt und von unangenehmem Geruch und gewöhnlich alkalischer Reaction. Er enthält Harnstoff, Hippursäure, aber wenigstens für gewöhnlich keine Harnsäure, viel kohlensaure Alkalien und kohlensaure Erden, dagegen nur sehr geringe Mengen von phosphorsauren Salzen. **Henneberg**, **Stohmann** und **Rautenberg** beobachteten beim Harn von mit Weizenstroh gefütterten Kühen, saure Reaction und Fehlen der kohlensauren Salze, wohl als abnorme Erscheinung; ähnliches fand **Uelsmann** bei auf der Weide ernährten Kühen. Die saure Reaction hielt drei Wochen an. Ein Zusatz von essigsaurem Kali zur Strohration, brachte in dem von **Henneberg** beobachteten Falle, die alkalische Reaction wieder zum Vorschein. Im Harn der **Kühe** wurden ausserdem Damol-, Damalur- und Taurylsäure nachgewiesen. Der **Pferdeharn** ist gewöhnlich schon frisch gelassen trübe und färbt sich an der Luft bald dunkel; er reagirt stark alkalisch und enthält doppelt-kohlensaure Alkalien und alkalische Erden, concentrirt scheidet er oft in grosser Menge Krystalle von hippursaurem Kalk ab; auch oxalsaurer Kalk findet sich im Pferdeharn und zuweilen statt der Hippursäure eine stickstoffhaltige harzige Substanz. Sowie er zu faulen beginnt, enthält er keine Hippursäure mehr, sondern Benzoësäure.

Harn der Herbivoren.

Kuh- und Pferdeharn.

Geniessen Omnivoren rein vegetabilische Nahrung, so nimmt ihr Harn alle Charaktere des Harns pflanzenfressender Thiere an; er wird trübe, alkalisch, enthält kohlensaure Salze und Hippursäure und die Harnsäure sowie die phosphorsauren Salze verschwinden; werden umgekehrt Pflanzenfresser mit animalischer Nahrung genährt, so nimmt ihr Harn die Charaktere des Harns der Carnivoren an. Dieser Einfluss der Nahrung ergiebt sich aus der Differenz in der Natur des Harns bereits gefütterter und noch gesäugter **Kälber**. Während ersterer in jeder Beziehung mit dem Harn der Herbivoren übereinstimmt, ist der Harn **noch gesäugter Kälber** klar, von lichtgelber Farbe, von stark saurer Reaction und enthält neben Harnstoff. — Harnsäure, Kreatinin, phosphorsaure Erden und ausserdem Allantoin.

Harn noch säugender Kälber.

Aehnlich zusammengesetzt ist die **Allantoisflüssigkeit der Kühe**; diese letztere soll aber ausserdem noch Albumin und Traubenzucker enthalten.

Allantoisflüssigkeit der Kühe.

Der Harn der **Vögel** und der **Schlangen**, ist sehr reich an Harnsäure und an harnsauren Salzen. Der Harn der Vögel, der den meist weissen Ueberzug auf den Excrementen dieser Thiere bildet, besteht im

Harn der Vögel.

Wesentlichen aus saurem harnsauren Ammoniak, harnsaurem Kalk und freier Harnsäure. Harnstoff soll in jenem der fleischfressenden vorkommen, in dem der pflanzenfressenden dagegen fehlen.

Harn der Schlangen.

Der Harn der Schlangen ist ein wenig gefärbtes Liquidum, welches gleich nach der Ausleerung, zu einer weissen erdigen Masse erstarrt. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus Harnsäure, sauren harnsauren Salzen von Kali, Natron und Ammoniak, etwas Harnstoff und wenig phosphorsaurem Kalk.

Harn der Frösche.

Der Harn der Frösche enthält Harnstoff, Chlornatrium und etwas phosphorsauren Kalk.

Harn der Schildkröten.

Im Harn der Schildkröten wurden Harnstoff, Hippursäure, Harnsäure, Chlorverbindungen, schwefelsaure Salze und eine Spur von Phosphorsäure gefunden.

Der Harn der Schmetterlinge und Raupen enthält vorzugsweise Harnsäure, wie denn überhaupt der Nachweis der letzteren, bis zu den untersten Classen der Wirbellosen, für die Existenz von harnbereitenden Organen geltend gemacht wurde. Der rothe Farbstoff der Excremente der Schmetterlinge ist ein öliger, sich in Wasser in Tröpfchen ausscheidender Körper.

Der Harn der Spinnen enthält Guanin.

Literatur zur Chemie des Harns. Dieselbe ist so ausserordentlich umfangreich, dass es am Geeignetsten erscheint, auf jene allgemeine Werke, Jahresberichte und Repertorien zu verweisen, in welchen mehr oder weniger vollständige Literaturangaben enthalten sind. Lehmann: Zoochemie. Heidelberg 1858. S. 306, dann die Jahresberichte über Anat. u. Physiol. von Henle und Meissner, von Scherer über physiol. u. pathol. Chemie. Die resumirenden Artikel über Harn in Schmidt's Jahrb. für die gesammte Medicin und das Centralbl. für die med. Wissenschaften. — Bezüglich der rein physiologischen Verhältnisse und der Theorien der Harnsecretion, die neueren Lehrbücher der Physiologie, sowie die oben aufgeführten Berichte von Henle und Meissner.

b. Thierische Gewebe und Organe.

Wir geben in Nachstehendem, in kurzen Grundzügen das über die chemischen Verhältnisse der Gewebe und Organe thatsächlich Festgestellte. Unter den chemischen Verhältnissen verstehen wir aber keineswegs mikrochemische Reactionen, die in zahlreichen Fällen für den Histologen sicherlich von hohem Werthe sind, aber für Feststellung der chemischen Natur der Gewebe entweder gar keine, oder eine nur sehr untergeordnete Bedeutung haben, sondern das, was über die chemische Natur der Gewebe im Sinne des Chemikers ermittelt ist. Wir müssen ferner die Kenntniss der histologischen Verhältnisse der betreffenden Gewebe und Organe unbedingt als bekannt voraussetzen; wer mit diesen

unbekannt ist, kann unmöglich die chemischen Thatsachen irgendwie verwerthen. Wir haben die histologischen Verhältnisse ganz übergangen, von der Voraussetzung ausgehend, dass Niemand aus einer Beschreibung histologische Thatsachen verstehen lernen wird, dass vielmehr Histologie nur am Mikroskopir-Tisch gelernt werden kann.

Wir haben ferner auch bei den Geweben, zunächst den Organismus des Menschen und der höheren Säugethiere als Ausgangspunkt genommen und geben das vergleichend-chemische Material nur anhangsweise und subsidiär.

I. Chemie des Knochengewebes.

Das Knochengewebe als Ganzes betrachtet, demnach die eigentliche Knochensubstanz mit Zellen und Grundmasse und die Markbehälter, deren Inhalt nicht vollständig bei der chemischen Untersuchung eliminirt werden kann, besteht aus folgenden mehr oder weniger genau chemisch charakterisirten Stoffen:

Chemische Bestandtheile.

Knorpelsubstanz: Osseïn, Fett, nichtleimgebende eiweissartige Materien in geringer Menge, welche aber keineswegs auf die Grundsubstanz der Knochen, sondern auf die Blutgefässe der Knochen und auf die Zellen- und Röhrenmembranen der Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer, sowie auf die Inhaltsmassen der Markräume zu beziehen sind, dreibasisch-phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Bittererde, kohlensaurer Kalk, Fluorcalcium, Chlorverbindungen. Schwefelsaure Alkalien und Eisen, die bei Knochenanalysen gewöhnlich in geringer Menge gefunden werden, gehören der eigentlichen Knochenmasse wahrscheinlich ebenso wenig an, wie die nichtleimgebenden eiweissartigen Materien, sondern stammen von den, die Knochen durchdringenden Säften.

Der frische Knochen enthält ausserdem Wasser.

Demnach kann man ganz allgemein die Knochen aus einer leimgebenden Grundlage: dem Knochenknorpel und aus anorganischen Salzen bestehend betrachten, welche letztere man unter dem Namen Knochenerde collectiv zusammenzufassen pflegt.

Die Art, wie im Knochengewebe die mineralische Grundlage mit der organischen vereinigt ist, wurde bisher verschieden ausgelegt. Man hat theils eine rein mechanische Ablagerung der Knochensalze in die organische Grundlage: den noch nicht ossificirten Knorpel, angenommen, theils eine wirkliche chemische Vereinigung. Die erstere Annahme ist aber jedenfalls die besser begründete und wird namentlich dadurch gestützt, dass man dem Knochen durch Behandlung mit Säuren, sämmtliche Knochenerde, mit Alkalien dagegen und durch Calciniren die organische

Substanz entziehen kann, ohne die Structur des Knochens wesentlich zu beeinträchtigen.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Allgemeines chemisches Verhalten. Werden Knochen längere Zeit mit verdünnter Salzsäure und Salpetersäure unter öfterem Wechsel der Säure digerirt, so wird nach und nach alle Knochenerde aufgelöst und es bleibt die organische Grundlage des Knochens: der Knochenknorpel, unter völliger Beibehaltung der ursprünglichen Form des Knochens zurück. Behandelt man Knochen in der Wärme mit verdünnter Salzsäure, so entweicht Kohlensäuregas und der Knochen wird dadurch gewissermaassen von innen heraus zersprengt, so dass er sich in faserige, der Länge nach ablösbare Lamellen zertheilt. Wenn man Knochen verbrennt, so zerstört bei hinreichend langer Einwirkung, die Hitze sämmtliche organische Substanzen und es bleibt die Knochenerde zurück, die ebenfalls, so lange keine äussere Gewalt einwirkt, die Form des ursprünglichen Knochens beibehält.

Verhalten des Knochenknorpels.

Der Knochenknorpel, sowie er durch Extraction von Knochen mit verdünnter Salzsäure erhalten wird, ist im feuchten Zustande biegsam und elastisch, gelblich durchscheinend; beim Trocknen aber wird er hart, jedoch wenig spröde. Ist der Knochen mit Säure vollständig erschöpft, so hinterlässt er nur sehr wenig Asche. Durch Kochen mit Wasser geht er vollständig in Knochenleim (Glutin) über, jener junger Individuen rascher als der älterer (Fremy), auch soll die Umwandlung durch die Gegenwart einer Säure sehr beschleunigt werden.

Der Knochenknorpel stimmt in seiner Elementarzusammensetzung mit jener des daraus dargestellten Glutins vollkommen überein (s. S. 141), und ist identisch bei den verschiedenen Thierclassen, bei Individuen verschiedenen Alters und in krankhaft veränderten Knochen.

Embryonale Knochen des Kalbes (Schwann) und des Kaninchens (Hoppe), geben aber bis zu den letzten Perioden des Intra-uterinlebens keinen Leim; es ist demnach ihre organische Grundlage von dem Osseïn wesentlich verschieden. Auch in den Knochen einiger Wasservögel und in den Gräten einiger Fische, fand Fremy eine mit dem Knochenknorpel isomere Substanz, die aber beim Kochen mit Wasser keinen Leim gab.

Fossile Knochen enthielten in einigen von v. Bibra beobachteten Fällen, keinen unveränderten Knochenknorpel mehr, sondern eine Substanz, die sich wie bereits fertiger Leim verhielt. Sie zerfloss bereits bei 37 bis 40° C. in eine leimähnliche Masse, die in Wasser zu einer zitternden Gallerte aufquoll.

Verhalten des Fetts und Knochenmarks.

Das Fett der Knochen ist, ebenso wenig wie das Knochenmark näher studirt. Das Knochenfett scheint im Allgemeinen mit dem vorherrschenden Körperfette des Thieres übereinzustimmen, nur ist es reicher an Oelsäureglycerid, daher weicher und leichter schmelzbar. In den Diaphysen der Röhrenknochen ist es noch am festesten, doch immerhin

sehr weich. Das Knochenmark besteht vorwiegend ebenfalls aus Fett (an 96 Proc. nach einer Analyse von Berzelius), enthält aber ausserdem Bindegewebe, in welchem das Fett eingeschlossen ist und Gefässe. Wasser zieht aus dem Knochenmark Materien aus, welche mit denjenigen übereinstimmen, die kaltes Wasser aus Ochsenfleisch aufnimmt (Berzelius). Diese Angaben beziehen sich zunächst auf das blassgelbe ziemlich consistente Mark der Röhrenknochen; die, die Zellenräume der spongiösen Knochen ausfüllende Masse ist weich, halbflüssig und meist von röthlicher oder völlig rother Farbe. Diese Substanz enthält Albumin und neben den nicht näher charakterisirten extractartigen Materien, eine freie organische Säure (Berzelius); ob diese Säure wirklich, wie Berzelius annahm, Milchsäure ist, wäre erst zu ermitteln, doch ist es nicht unwahrscheinlich.

Verhalten der Knochenerde.

Die Knochenerde: die anorganischen Bestandtheile der Knochen, sowie sie beim Calciniren der letzteren zurückbleiben, ist ein Gemenge von phosphorsauren und kohlensauren alkalischen Erden mit Spuren von Fluor; die Basen sind Kalk und untergeordnet Bittererde und zwar gilt dieses für die Knochenerde der verschiedenen Thierclassen, für Individuen verschiedenen Alters u. s. w.

Eine Divergenz der Ansichten bestand über die Formel des in der Knochenerde enthaltenen phosphorsauren Kalks. Berzelius stellte dafür die Formel $8\,CaO, 3\,PO_5$ auf, die auch von v. Bibra bei seinen zahlreichen Untersuchungen durchweg angenommen ist, W. Heintz dagegen und H. Rose entschieden sich nach ihren Untersuchungen, für die Formel $3\,CaO, PO_5$. In jüngster Zeit hat Recklingshausen es wieder in Frage gestellt, ob die gesammte Phosphorsäure junger Knochen als dreibasisches Kalksalz existirt, indem er bei jungen Menschenknochen constant weniger Kalk fand, als dieser Annahme entspricht. Damit übereinstimmend, hat Scherer in den Knochen phosphorsauren Kalk von der Formel $2\,CaO, HO\,.\,PO_5$ aufgefunden.

Die Kohlensäure ist, wenigstens erscheint dies nach den Ergebnissen einiger Versuche wahrscheinlich, nur an Kalk gebunden; in den ächten Knochen tritt der kohlensaure Kalk gegen den phosphorsauren sehr zurück, beträgt aber gewöhnlich mehr, als die Gesammtmenge der übrigen Bestandtheile der Knochenasche. Die Magnesia ist als phosphorsaure Magnesia in der Knochenerde enthalten, wenigstens erscheint es zweifelhaft, ob ein Theil derselben auch an Kohlensäure gebunden ist.

Der Gehalt frischer und normaler Knochen an Fluorcalcium, in neuerer Zeit nur von O. Rees bestritten, ist jetzt, nach vielfachen Untersuchungen der genauesten Beobachter, eine mit Sicherheit constatirte Thatsache, zugleich aber unterliegt es keinem Zweifel, dass der Fluorgehalt fossiler Knochen in der Regel ein viel bedeutenderer ist, als der frischer Knochen. In den Knochen vorweltlicher Thiere (Hydrarchos, Anoplotherium etc.) hat man an 16 Proc. Fluorcalcium gefunden und da man auch gefunden haben

wollte, dass der Fluorgehalt fossiler Knochen mit ihrem Alter zunehme, glaubte man das letztere nach dem Fluorgehalte abschätzen zu können. Allein auch fossile Knochen nachweisbar hohen Alters, enthalten zuweilen kaum bedeutendere Fluormengen als frische.

Ueber die Deutung des ansehnlichen Fluorgehaltes fossiler Knochen ist man ebenfalls nicht einig. Liebig nimmt an, dass die fossilen Knochen schon im frischen Zustande dieselben Fluormengen enthielten und dass die Thiere demgemäss mehr Fluormetalle in ihrer Nahrung aufnahmen, oder grössere Fähigkeit zu dessen Aneignung besassen.

Middleton dagegen lässt eine Anhäufung des Fluorcalciums durch Wasserinfiltration geschehen, indem das Wasser unter Mitwirkung der Kohlensäure fort und fort geringe Mengen des Salzes aus dem Boden aufnehme und in den Knochen wieder absetze. Ebenso gut könnte man aber eine durch das Wasser bewirkte Auslaugung des Fluorcalciums, neben relativ mehr phosphorsaurem Kalk, aus den Knochen annehmen.

In krystallisirter Form sind bisher die anorganischen Bestandtheile frischer Knochen noch niemals aufgefunden. Es scheint, als ob das Osseïn durch seine molekulare Zwischenlagerung die Krystallbildung an dem phosphorsauren und kohlensauren Kalk hindert (Schlossberger).

Dagegen hat man an lange begrabenen Menschenknochen (Girardin), sowie an fossilen Thierknochen, zuweilen oberflächliche Anlagerung von Apatitkryställchen angetroffen.

In den ältesten fossilen Knochen ist die thierische Grundlage zuweilen völlig verschwunden und durch fremde, später eingedrungene Materien ersetzt, wodurch eine wahre Versteinerung des Knochens entsteht. Auf diese Weise erklärt sich der bedeutende Thonerde- und Kieselerdegehalt fossiler Knochen. In den Röhrenknochen eines, in einem alten Schachte gefundenen Menschenskeletts, beobachtete Haidinger krystallisirten Vivianit.

Quantitative Zusammensetzung der Knochen.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der getrockneten Knochen bietet weder bei verschiedenen Individuen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen, noch bei verschiedenen Thierclassen so bedeutende Verschiedenheiten dar, wie wir sie bei den thierischen Flüssigkeiten kennen gelernt haben; zahlreiche Analysen geben dafür unzweifelhafte Belege. Wir heben daher zunächst nur einige Analysen verschiedener Knochen erwachsener Menschen, aus einer grossen Menge heraus, um von ihrer Zusammensetzung ein Bild zu geben:

In 100 Theilen	Heintz	v. Bibra					
		Mann v. 25 bis 30 Jahr.			Weib v. 25 J.		Knabe v. 2 M.
	Femur eines Weibes	Femur	Humerus	Os occipitis	Metacarpus	Clavicula	Atlas
Organische Substanz . . .	28,76	31,03	30,56	31,27	31,12	32,49	35,92
Knochenerde	71,24	68,97	69,44	68,73	68,88	67,51	64,08
Phosphorsaurer Kalk . .	60,13	} 59,63	59,87	58,43	57,77	56,35	56,35
Fluorcalcium	3,52						
Kohlensaurer Kalk . . .	6,36	7,33	7,76	8,00	8,92	8,88	6,06
Phosphorsaure Bittererde .	1,23	1,32	1,09	1,40	1,58	1,69	1,00
Chlornatrium etc.	—	0,69	0,72	0,90	0,61	0,59	1,65
Fett	—	1,33	1,28	1,35	1,89	1,83	1,01
Osseïn	28,76	29,70	29,28	29,92	29,23	30,66	34,92

Im Allgemeinen ergiebt sich aus einer näheren Vergleichung dieser Zahlen, dass die Zusammensetzung der verschiedenen Knochen, selbst verschiedener Individuen, nur geringe Differenzen zeigt. Doch machen sich dieselben innerhalb enger Grenzen geltend: a) zwischen Röhrenknochen und unregelmässigen, platten, breiten und kurzen Knochen, b) zwischen compacten und spongiösen Knochen. Die Unterschiede beziehen sich auf das Verhältniss der organischen Substanz zur Knochenerde.

Abhängigkeit der Zusammensetzung von der Art der Knochen.

In ersterer Beziehung sind die Röhrenknochen reicher an Knochenerde wie die kurzen Knochen und unter den Röhrenknochen selbst nimmt, wie es scheint, der Femurknochen die erste Stelle ein. Doch erleidet diese Regel zahlreiche Ausnahmen, wie schon aus obiger Tabelle zu ersehen ist und es beziehen sich diese Ausnahmen besonders auf den Humerus. Dagegen sind die langen Extremitätenknochen überall reicher an Erdsalzen, als die kurzen Knochen des Rumpfs und die Metacarpus- und Metatarsusknochen. Die Schädelknochen schliessen sich häufig an die Röhrenknochen an; so wurde im Os occipitis und im Felsenbein mehrmals dieselbe oder sogar eine etwas höhere Zahl für die Knochenerde gefunden, als in den Röhrenknochen. Nachstehende Tabelle erläutert diese Verhältnisse:

In 100 Theilen	Humerus	Tibia	Sternum	Patella	Vertebra lumbal.	Os parietale	Pars petr. oss. temp.
Knochenerde . . .	68,3	65,5	64,7	63,7	60,5	68,3	70,2
Organische Substanz	31,7	34,5	35,3	36,3	39,5	31,5	29,8

Die ausgehobenen Zahlen sind Analysen von Frerichs entlehnt.

Spongiöse und compacte Knochensubstanz.

Die vergleichenden Analysen der compacten und spongiösen Knochensubstanz, ergeben für erstere ein nicht unbedeutendes Vorwiegen der anorganischen Bestandtheile, welches sich aber nur auf den phosphorsauren Kalk bezieht, denn der kohlensaure Kalk ist in der spongiösen Substanz in grösserer (nach v. Bibra in bedeutend grösserer) Menge vorhanden, als in der compacten. Diese Verhältnisse erläutern die nachstehenden Analysen von Frerichs und von v. Bibra:

In 100 Theilen	v. Bibra		Frerichs			
	Femur compacte Substanz	Femur spongiöse Substanz	compacte Substanz		spongiöse Substanz	
			I.	II.	I.	II.
Anorganische Substanz . . .	68,53	64,18	68,5	69,5	61,8	62,6
Organische Substanz	31,47	35,82	31,5	30,5	38,2	37,4
Phosphorsaurer Kalk . . . / Fluorcalcium	58,23	42,82	58,7	59,5	50,2	51,4
Kohlensaurer Kalk	8,35	19,37	10,1	9,4	11,7	10,9
Phosphorsaure Bittererde . .	1,03	1,00	—	—	—	—
Lösliche Salze	0,92	0,99	—	—	—	—
Osseïn	31,47	35,82	31,5	30,5	38,2	37,4

Schlossberger macht mit Recht darauf aufmerksam, dass der Schluss, weil in der spongiösen Substanz weniger anorganische Stoffe enthalten seien, müsse dieselbe reicher an Knorpelsubstanz sein, ein trügerischer sein könne, da der Ueberschuss an organischer Materie im spongiösen Knochen höchst wahrscheinlich von der viel grösseren Entwickelung des Markgewebes und der Blutgefässe herrühre. Bei möglichst vollständiger Entfernung der accessorischen Theile der spongiösen Substanz, fand v. Recklingshausen keineswegs so bedeutende Differenzen, wie sie sich aus obigen Zahlen ergeben, so dass Schlossberger mit der An-

sicht im Rechte sein dürfte, dass die eigentliche Knochenmasse wohl in beiden Substanzen einerlei Zusammensetzung haben möge.

Einfluss des Alters.

Den Einfluss, welchen das Alter der Individuen auf die Zusammensetzung der Knochen ausübt, hat man früher bedeutend überschätzt. Je zahlreichere Analysen zur Erledigung dieser Frage angestellt wurden, desto schwankender wurde dieselbe, so dass gegenwärtig von einigen Physiologen und Chemikern auf Grund ihrer eigenen und fremder Beobachtungen der Einfluss des Alters sogar völlig in Abrede gestellt wird (Lehmann, v. Recklingshausen). Dass bis zu jener Periode, wo der Knochen seine völlige Ausbildung und Festigkeit erlangt hat, demnach bis zu einer bestimmten Altersstufe, der Knochen an Mineralsubstanz reicher wird, ist ein nothwendiger Folgesatz der Entwickelungsgeschichte des Knochens. Aber es ist bis jetzt von keinem Knochen mit Sicherheit nachgewiesen, wann er die Grenze der Zunahme an Mineralsubstanz erreicht und ob überhaupt eine solche mit einer gewissen Altersstufe gegeben ist. Namentlich bestätigt sich ein höherer Gehalt der Knochen von Greisen an Knochenerde, als Regel durchaus nicht und v. Bibra's Analysen weisen zwar häufig eine Vermehrung der Knochenerde in alten Knochen nach, aber sie ergeben auch auffallende Ausnahmen, die zeigen, wie viel Individuelles, zum Theil auch wohl Pathologisches, hier mit unterläuft. Unter diesen Verhältnissen verdient die Bemerkung v. Recklingshausen's, dass von jungen Knochen die accessorischen Theile viel schwieriger zu trennen sind, alle Beachtung.

Einfluss des Geschlechtes.

Dafür, dass das Geschlecht auf die Zusammensetzung der Knochen einen bemerkbaren Einfluss nicht ausübe, sprechen übereinstimmend alle Beobachtungen.

Einfluss der Nahrung.

Ein Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen ist nur bei Thieren und auch hier nur insofern nachgewiesen, dass, wenn dem Organismus in der Nahrung nicht eine zum Ersatze hinreichende Menge von phosphorsauren Erden dargeboten wird, die Entwickelung des Knochens darunter leidet. Durch Darreichung an Kalksalzen armen Futters brachte Chossat bei Tauben Knochenerweichung hervor und v. Bibra beobachtete, dass eine Henne bei einem gewissen Futter, sobald sie nur sehr dünnschalige Eier legte, in ihren Knochen weniger Kalksalze enthielt, als dieselben Knochen einer zweiten Henne derselben Brut enthielten, der neben demselben Futter noch gestattet war Mörtel zu fressen.

Wassergehalt der frischen Knochen.

Bezüglich des Wassergehaltes der frischen Knochen sind von Stark zahlreiche Bestimmungen ausgeführt. In den platten spongiösen Knochen fand er 12 bis 30 Proc., in der compacten Substanz 3 bis 7 Proc. Wasser.

Pathologische Veränderungen.

Pathologische Veränderungen. Fast bei allen, die Knochen betreffenden pathologischen Processen, werden die anorganischen Bestandtheile dem Knochen früher und in grösserer Menge entzogen, als die or-

ganische Materie, es überwiegt daher in pathologischen Knochen die letztere mehr oder weniger bedeutend. Bei theilweiser Verödung des Knochengewebes werden die gebildeten Höhlungen gewöhnlich mit flüssigem Fett ausgefüllt; kehrt der Zustand wieder zur Norm zurück, so behalten, obgleich neue Knochenmasse abgelagert wird, die organischen Stoffe ein Uebergewicht; daher kommt es, dass bei Sklerosen sich in den sklerosirten Knochen mehr organische Materie vorfindet, als in normalen. In dem Verhältnisse des phosphorsauren zum kohlensauren Kalk, scheint bei den meisten Knochenkrankheiten eine Aenderung nicht stattzufinden; eine Ausnahme hiervon machen Osteophyten und Knochenneubildungen, wo der kohlensaure Kalk im Verhältniss zum phosphorsauren etwas vermehrt ist.

Das Osseïn pathologischer Knochen ist in der Regel mit dem normalen identisch, doch haben Marchand und Lehmann einigemale aus rhachitischen Knochen, durch Kochen mit Wasser kein wahres Glutin erhalten.

Bedeutend ist die Verminderung der anorganischen Bestandtheile des Knochens bei Rhachitis und bei Craniotabes der Kinder (wohl nur einer localisirten Rhachitis), noch bedeutender aber bei Osteomalacie, wie die nachstehenden Analysen veranschaulichen.

In 100 Theilen	Rhachitis			Craniotabes Schlossberger		
	Femur Marchand	Tibia Lehmann	Humerus Ragsky	I.	II.	III.
Anorganische Substanz . .	20,60	33,64	18,88	51,50	52,32	51,88
Organische Substanz . . .	79,40	66,36	81,12	48,50	47,68	48,12
Phosphorsaurer Kalk . .	14,78	26,94	} 15,60	45,54	43,05	46,18
Phosphorsaure Bittererde .	0,80	0,81				
Kohlensaurer Kalk . . .	3,00	4,88	2,66	4,32	6,40	5,75
Lösliche Salze	1,02	1,08	0,62	—	—	—
Fett	7,20	6,22		0,87	} 47,68	1,50
Osseïn	72,20	60,14	} 81,12	47,62		46,62
Fluorcalcium und Verlust	1,00	0,99		—	2,87	—

Knochen bei Osteomalacie.

Bei der Osteomalacie nimmt nicht nur allein der Gehalt der Knochen an anorganischen Salzen bedeutender ab, als bei irgend einer anderen Knochenkrankheit, sondern es geht auch ein grosser Theil des Osseïns unter, dagegen ist das Fett ausserordentlich vermehrt. Die organische Substanz osteomalacischer Knochen giebt beim Kochen mit Wasser zu-

weilen Glutin, zuweilen aber auch nicht, ist demnach in ihrer Natur wesentlich verändert. Häufig reagirt die in den osteomalacischen Röhrenknochen enthaltene Flüssigkeit, deutlich sauer und C. Schmidt wies in einem Falle eine bedeutende Menge freier Milchsäure nach. Beispiele der Zusammensetzung osteomalacischer Knochen giebt nachstehende Tabelle.

In 100 Theilen	Osteomalacie				
	Wirbel Bostock	Rippen Prösch	Femur Boyser	Femur Lehmann	Femur v. Bibra
Anorganische Substanz . .	20,25	38,60	30,23	24,31	55,73
Organische Substanz . . .	79,75	61,40	69,77	75,69	44,27
Phosphorsaurer Kalk . .	13,60	33,60	23,50	18,83	46,79
Phosphorsaure Bittererde .	0,82	—	5,07	0,54	1,20
Kohlensaurer Kalk . . .	1,13	4,60	0,97	3,83	6,37
Lösliche Salze	4,70	0,40	0,69	0,48	1,37
Fett	—	11,63	—	34,15	13,28
Osseïn	79,75	49,77	69,77	41,54	30,99
Fluorcalcium und Verlust	—	—	—	0,68	—

Zur vergleichenden Chemie der Knochen.

Zur vergleichenden Chemie der Knochen. Alle bisherigen Angaben bezogen sich auf die Knochen des Menschen. Was nun die chemische Zusammensetzung der Thierknochen anbelangt, so liegen darüber umfassende Untersuchungen von Fremy und insbesondere von v. Bibra vor. Im Allgemeinen ist das Resultat dieser Untersuchungen, dass die Knochen der Thiere und des Menschen eine sehr ähnliche Zusammensetzung besitzen; auch die Knochen verschiedener Thierclassen zeigen grosse Uebereinstimmung, die in den meisten Fällen so weit geht, dass es gegenwärtig unmöglich erscheint, aus der chemischen Analyse eines Knochens auch nur die Thierclasse, geschweige denn die Familie oder Gattung des Thieres zu erkennen.

Bei den Säugethieren sind die Knochen der Herbivoren etwas reicher an kohlensaurem Kalk, als die der Carnivoren, besonders reich an kohlensaurem Kalk sind aber die Knochen der Pachydermen und Cetaceen.

Die Knochen der Vögel enthalten mehr anorganische Substanz als die der Säugethiere, besonders reich an Erden sind die Knochen der Scharrvögel. Die Knochen der körnerfressenden Vögel enthalten ausserdem immer etwas Kieselerde; dass die Höhlungen der Knochen

der Vögel Luft führen, ist bekannt. Auch scheinen die Vögelknochen durchschnittlich mehr Wasser zu enthalten, als die Säugethierknochen.

Die Knochen der Amphibien sind ärmer an anorganischer Substanz, als die Knochen der Säugethiere; ihre Asche enthält immer schwefelsaures Natron.

Noch ärmer an Mineralstoffen sind die Knochen der Fische, auch ihre Asche enthält schwefelsaures Natron; sie sind ausserdem sehr fettreich und enthalten mehr Wasser als alle übrigen Knochen.

Es folgen einige Analysen von Thierknochen:

In 100 Theilen	Sciurus vulg., Femur, v. Bibra	Ovis Aries, Femur, v. Bibra	Bos Taurus, Femur, v. Bibra	Equus Caball., Femur, v. Bibra	Felis Catus, Femur, v. Bibra	Felis Leo, Costa, v. Bibra	Columba turtus, Femur, v. Bibra	Lacerta agilis, Femur, v. Bibra	Cyprinus Carpio, Rückenwirbel, v. Bibra
Anorganische Substanz	69,74	69,62	69,00	68,90	68,59	57,94	86,99	53,33	45,54
Organische Substanz . .	30,26	30,38	31,00	31,10	31,41	42,06	13,01	46,67	54,46
Phosphorsaurer Kalk .	57,03	55,94	54,07	54,37	60,58	54,42	82,09	45,84	40,31
Kohlensaurer Kalk . .	10,45	12,18	12,71	12,00	5,90	1,82	3,30	5,70	3,62
Phosphorsaure Bittererde	1,36	1,00	1,42	1,83	1,61	0,97	1,00	1,02	0,80
Lösliche Salze	0,90	0,50	0,80	0,70	0,50	0,73	0,60	1,13	0,81
Knorpelsubstanz	29,46	29,68	29,09	27,99	31,01	41,43	12,21	42,39	45,46
Fett	0,80	0,70	1,91	3,11	0,40	0,63	0,80	4,28	9,00

Zu dieser Tabelle haben wir jedoch zu bemerken, dass die Zahlen aus den zahlreichen Analysen v. Bibra's als diejenigen, welche die oben entwickelten Sätze am Prägnantesten erläutern, ausgehoben sind. Nicht bei allen Analysen tritt nämlich das Verhältniss so klar zu Tage.

In den Knochenschilden des Störs, Acipenser Sturio, fand B. Wicke 1,18 Proc. Chlornatrium, 0,18 Proc. Chlorkalium und 0,41 Proc. schwefelsaures Natron. Die Fischknochen scheinen demgemäss mehr lösliche Salze zu enthalten, als die Knochen anderer Thiere. Als Bestandtheil der Fischknochen giebt B. Wicke auch kohlensaure Bittererde an (0,22 Proc.).

Schuppen der Fische.

Die Schuppen der Fische schliessen sich ihrem chemischen Charakter nach, im Allgemeinen den Knochen an; sie enthalten aber mehr organische Substanz als die letzteren. Die organische Substanz hat nach

Fremy dieselbe Zusammensetzung wie jene der Knochen und wird beim Kochen mit Wasser in Leim verwandelt.

Auch hier wird eine Tabelle die quantitativen Verhältnisse am Uebersichtlichsten erläutern.

In 100 Theilen	Lepisostra Fremy	Coffrefisch Fremy	Umberfisch Fremy	Karpfen Fremy	Hechtschuppen	
					Fremy	Brummerstädt
Anorganische Substanz .	59,3	51,0	41,9	34,2	43,4	39,47
Organische Substanz . . .	40,7	49,0	58,1	65,8	56,6	60,53
Phosphorsaurer Kalk . .	51,8	44,6	36,4	33,7	42,5	34,07
Phosphorsaure Bittererde .	7,6	—	0,7	Spur	Spur	0,56
Kohlensaurer Kalk . . .	4,0	5,2	2,0	1,1	1,3	3,78
Knorpelsubstanz und Fett	40,7	49,0	58,1	65,8	56,6	60,53

Die Farben der Fischschuppen scheinen Interferenzfarben zu sein.

Die aus den Fischschuppen von Weissfischen dargestellten, in der sogenannten Perlenessenz befindlichen und in Paris zur Fabrikation künstlicher Perlen benutzten irisirenden Krystalle bestehen, nach den Untersuchungen von Barreswill und jenen von C. Voit aus Guaninkalk.

Die Schuppen der Amphibien sind von denen der Fische wesentlich verschieden und gehören histologisch und chemisch zu den Epithelialgebilden.

Entwickelung der Knochen.

Entwickelung der Knochen. Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung, Erhaltung und dem Umsatz der Knochen sind unbekannt. Festgestellt scheint es durch neuere Untersuchungen, dass nicht das Chondrigen bei der Bildung des Knochens, unter Umwandlung seiner chemischen Eigenschaften zur organischen Grundlage des Knochens, zum Glutin gebenden Osseïn (Collagen) wird, sondern dass vielmehr Knochensubstanz mit Collagen, an der Stelle des in der Regel provisorisch verkalkten und dann schwindenden chondrigenen Knorpels, neu abgesetzt und letzterer somit nur verdrängt wird (H. Müller, Baur, Meissner).

Zahngewebe.

Zahngewebe.

So vielfach verschieden das Zahngewebe in histologischer Beziehung vom Knochengewebe ist, so verwandt ist es ihm in chemischer Hinsicht.

Zahnbein und Cäment enthalten dieselben mineralischen Bestandtheile wie die Knochen und eine organische glutinliefernde Grundlage. Erwähnenswerth ist die Beobachtung, dass die Wandungen der Zahn-

röhrchen, welche man durch Behandlung mit stärkeren Säuren und Alkalien isoliren kann, beim Kochen im Papin'schen Topfe ungelöst bleiben, während die Grundmasse bereits in Glutin verwandelt ist (Hoppe). Auch die Zahnbeinkugeln verwandeln sich nicht in Glutin. Die Menge der Knochenerde in den Zähnen ist bedeutender als in den Knochen.

Zahnschmelz.

Etwas verschieden verhält sich der Zahnschmelz. Dieses Gewebe ist das wasserärmste und zugleich das an anorganischen Stoffen reichste des Thierorganismus. Die organische Grundsubstanz, welche man durch Extraction des Zahnschmelzes mit Salzsäure in Gestalt von vier- oder sechsseitigen Prismen ähnlichen, von der Zahnkrone divergirend ausgehenden Fasern erhält, giebt beim Kochen keinen Leim (Hoppe), sondern zerplatzt und verhält sich gegen Reagentien wie Epithelialsubstanz. Die organische Grundlage des sogenannten Schmelzhäutchens zeichnet sich durch grosses Widerstandsvermögen gegen Säuren und Alkalien aus und giebt beim Kochen keinen Leim. Der noch nicht völlig entwickelte Zahnschmelz, ist nach den Versuchen Hoppe's viel reicher an organischen Stoffen als der ausgebildete. Die Flüssigkeit, welche ihn im Zahnsäckchen umgiebt, besitzt stark alkalische Reaction und enthält nur Spuren von Albumin. Aus dem Schmelze selbst kann man durch Extrahiren mit Wasser kein Albumin erhalten, sondern nur eine schwach alkalische Flüssigkeit mit Chlormetallen und Spuren von Schwefelsäure. Werden dagegen die Phosphate und kohlensauren Erden durch Salpetersäure gelöst, so hinterbleibt eine organische Substanz, welche an Wasser ein durch Säuren fällbares Albuminat abgiebt. Hoppe fand ferner, dass Carbonate schon im jüngsten weichen Schmelze anwesend sind, während es ihm nicht gelang, im unentwickelten Schmelze des Schweines Fluor nachzuweisen.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der verschiedenen Substanzen des Zahngewebes, sowie ihre Differenzen bezüglich der Knochen erläutern nachstehende Analysen v. Bibra's und Fremy's.

In 100 Theilen	Erwachsener Mann Backenzahn v. Bibra		Weib v. 25 Jahren Backenzahn v. Bibra		Ochsenzahn Fremy		
	Schmelz	Zahnbein	Schmelz	Zahnbein	Schmelz	Zahnbein	Cäment
Anorganische Substanz	96,41	71,99	94,03	79,00	96,9	74,8	67,1
Organische Substanz .	3,59	28,01	5,97	21,00	3,1	25,2	32,9
Phosphorsaurer Kalk u. Fluorcalcium . . .	89,82	66,72	81,63	67,54	90,5	70,3	60,7
Kohlensaurer Kalk . .	4,37	3,36	8,88	7,97	2,2	2,2	2,9
Phosphors. Bittererde .	1,34	1,08	2,55	2,49	Spur	4,3	1,2
Lösliche Salze	0,88	0,83	0,97	1,00	—	—	—
Organische Grundlage	3,39	27,61	5,97	20,42	—	—	—
Fett	0,20	0,40	Spur	0,58	—	—	—

F. Hoppe's Analysen des Zahnschmelzes in verschiedenen Stadien der Entwickelung gaben nachstehende, tabellarisch zusammengestellte Resultate.

Bestandtheile	Neugeborener Mensch			Junges Schwein	Erwachsenes Schwein	Pferd	Hund	Fossiles Rhinoceros	Fossiler Elephant
	I.	II.	III.						
Anorganische Substanz	77,71	84,41	84,57	90,29	97,94	95,26	100,00	96,84	95,46
Organische Substanz	22,29	15,59	15,43	9,71	2,06	4,74	—	3,16	4,54
Phosphors. Kalk . .	67,73	75,23	76,89	82,43	85,31	84,20	89,44	85,54	82,55
Kohlensaurer Kalk	8,41	7,18	6,00	6,71	8,97	9,17	5,39	7,78	8,38
Chlorcalcium . . .	Spur	0,23	—	0,46	0,62	0,66	0,80	0,65	0,44
Phosphors. Bittererde	1,57	1,72	1,08	1,62	2,00	1,33	4,96	1,63	2,01
Phosphors. Eisenoxyd	—	0,63	Spur	0,92	0,89	—	—	1,81	0,54
In Wasser lösl. Salze	—	0,35	—	0,24	0,15	—	—	0,01	Spur

Bei der Analyse des Schmelzes von Mastodon und Paläotherium, fand Hoppe ausserdem noch etwas unlösliches Eisenoxyd. Durch die Vergleichung des Verhältnisses zwischen phosphorsaurem Kalk und dem

an Kohlensäure, Fluor und Chlor gebundenen Kalk, kommt man zu dem Verhältniss 3 : 1. Auch der Apatit bietet ein ähnliches Verhältniss dar.

Trotz der grossen Festigkeit des Zahnbeines beträgt sein Wassergehalt doch immer noch mehrere Procente, bis zu 10 Proc., während der Wassergehalt des Schmelzgewebes sehr unbedeutend oder = 0 ist. Letzteres enthielte nach den Bestimmungen von Berzelius an 4 Proc. Fluorcalcium, demnach mehr als die Knochensubstanz, während Hoppe den Gehalt des Zahnschmelzes an Fluorcalcium auf weniger als 2 Proc. schätzt; er hat aber keine genaueren Fluorbestimmungen ausgeführt.

Backenzähne scheinen durchschnittlich etwas mehr Mineralsubstanz zu enthalten als Schneidezähne (Lassaigne, v. Bibra).

Zahlreiche vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Zähne verschiedener Thierclassen, ergaben bei im Allgemeinen nicht sehr beträchtlichen Differenzen, in den Stosszähnen des Elephanten und Wildschweins einen beträchtlichen Mehrgehalt an organischer Materie und bei den Pachydermen bis zu 12 Proc. phosphorsaure Bittererde.

Literatur zur Chemie der Knochen: E. v. Bibra: Chemische Untersuch. über die Knochen und Zähne. Schweinfurt 1844. — E. Fremy: Compt. rend. T. XXIX. p. 1052; Annal. de chimie et de phys. 3. Sér. T. XLIII. p. 47. — Lehmann: Zoochemie. Leipzig und Heidelberg 1858. S. 429. — v. Recklingshausen: Arch. f. path. Anat. Bd. XIV, S. 466. — Hoppe: Arch. f. path. Anat. Bd. V, S. 170, Bd. XXIV, S. 13. — C. Voit: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XV, S. 515. — v. Wittich: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854. S. 265. — Barreswill: Compt. rend. 1861, T. LIII, p. 246. — B. Wicke: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXV, 80.

II. Chemie des Knorpelgewebes.

Die Histologen unterscheiden zwischen wahren oder hyalinen Knorpeln und zwischen Faserknorpeln.

Die wahren Knorpel bestehen aus einer homogenen, glasartig durchsichtigen oder leicht getrübten Grundsubstanz, in welcher die Knorpelzellen eingebettet sind. Die Grundsubstanz der Faserknorpel dagegen, welche ebenfalls Zellen eingeschlossen hält, ist eine deutlich faserige.

Allgemeines chemisches Verhalten

Dieser Differenz der morphologischen Constitution der Knorpel entspricht auch eine Verschiedenheit des chemischen Verhaltens.

Die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels ist Chondrigen, jene des Faserknorpels Collagen. Bei dem hyalinen und bei dem Faserknorpel ist ferner die Substanz der Knorpelzellen chemisch verschieden von der Grundmasse.

des hyalinen Knorpels,

Kocht man hyaline Knorpel, passend zerkleinert 12 bis 48 Stunden lang bei Zutritt der Luft (Mulder), oder $^3/_4$ bis 1 Stunde lang im Papin'schen Digestor (Hoppe), so wird die Grundsubstanz aufgelöst und es bleiben die Knorpelzellen nebst Gefässen und den geronnenen Albuminaten des Blutes ungelöst zurück. Vor dem Erkalten der so gebildeten Chondrinlösung, setzt sich der grösste Theil der ungelösten Formelemente ab. Dem entsprechend ist auch das mikrochemische Verhalten der hyalinen Knorpel. Die Knorpelzellen widerstehen der Schwefelsäure, sowie starker Aetzkalilösung ziemlich lange, ebenso können dieselben durch Maceriren des Gewebes in Salzsäure isolirt erhalten werden (Donders, Mulder, Virchow). Durch Zucker und Schwefelsäure färben sich die Knorpelzellen roth, während die Zwischensubstanz des hyalinen Knorpels dadurch gelb-röthlich wird (Schultze). Auch die Zellenmembranen lösen sich beim Kochen mit Wasser nicht oder nur sehr schwierig auf, während die Körnchen des Chondrin- oder wahren Knorpels durch das Millon'sche Reagens roth gefärbt werden. Die im hyalinen Knorpel vorkommenden Fasern endlich liefern, wie es scheint, beim Kochen mit Wasser ebenfalls kein Chondrin.

Hieraus kann man den Schluss ziehen, dass die hyalinen Knorpel aus einer chondrigenen Grundsubstanz und aus Formelementen einer anderen chemischen Zusammensetzung bestehen. Die Membranen dürften zum elastischen Gewebe zählen, während die Natur der Zellen unaufgeklärt ist. Nach ihrem Verhalten zu Zucker und Schwefelsäure könnten sie aus einem organisirten Albuminat bestehen, ebenso gut möglich wäre es aber, dass diese Reaction durch in den Knorpelzellen enthaltenes Fett (Olein) veranlasst wäre.

des Faserknorpels.

Auch die Faserknorpel lösen sich beim Kochen mit Wasser grösstentheils auf, indem auch hier vorhandene Knorpelzellen und andere Formelemente zurückbleiben, allein die Lösung enthält einen Leim, der sich von Chondrin in mehreren Reactionen unterscheidet; sie giebt nämlich mit Gerbsäure nur einen geringen Niederschlag und mit Alaun einen starken, im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, ebenso mit Platinchlorid. Lässt man auf derartige Knorpel, unter dem Mikroskop Kali, Schwefelsäure oder Essigsäure einwirken, so verschwinden die Fasern anfänglich für das Auge, namentlich nach Zusatz von Wasser, kommen aber, nach Behandlung mit mehr Wasser wieder zum Vorschein. Erst bei längerer Behandlung erfolgt wirkliche Lösung. Diese Art von Faserknorpeln, die man auch wohl elastische oder Netzknorpel nennt, bestehen demnach im Wesentlichen aus elastischen Fasern, aus Knorpelzellen und (weshalb sie Leim geben) aus einem Reste hyaliner Zwischensubstanz.

Verschieden davon sind die eigentlichen Bindegewebsknorpel, welche aus eigentlichem Bindegewebe bestehen (Cartilag. semilunar. des Kniegelenks, Zwischengelenksknorpel u. s. w.). Diese liefern nämlich beim Kochen Glutin. Sie enthalten neben Bindegewebe einzelne Knorpelzellen und Kernfasern.

Bildung von Zucker aus hyalinem Knorpel.

Behandelt man hyaline Knorpel (Rippenknorpel), fein zerschnitten zuerst mit sehr verdünnter Salzsäure in der Kälte, um das Gewebe von anorganischen Salzen möglichst zu befreien und kocht dann längere Zeit mit starker Salzsäure, so enthält die Flüssigkeit Chondroglykose (Fischer, Bödecker, de Bary).

Die Knorpel enthalten ausser Chondrigen, oder respective Collagen, noch variabele Mengen von Wasser, Fett und anorganischen Salzen. Letztere bestehen aus phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Bittererde, Chlornatrium, kohlensaurem Natron (in der Asche) und schwefelsauren Alkalien (in der Asche).

Die den Knorpel durchtränkende parenchymatöse Flüssigkeit ist noch nicht untersucht.

Interessant ist die von v. Bibra constatirte, fast völlige Abwesenheit der Kalisalze im Knorpel, während der Chlornatriumgehalt desselben gewöhnlich sehr bedeutend ist.

Quantitative Zusammensetzung.

Die quantitative Zusammensetzung der Knorpel als Ganzes betrachtet hat an und für sich einen geringen Werth, da eine mehr oder minder vollständige Entfernung der rein accessorischen Theile, auf das Resultat der Analyse von grossem Einfluss sein muss.

Der Wassergehalt der Knorpel beträgt nach den vorhandenen Bestimmungen 54 bis 70 Proc., der Gehalt an Fett der trockenen Substanz 2 bis 5 Proc.

Der Gehalt an Mineralstoffen beträgt etwa 3 bis 6 Proc. und zeigt Verschiedenheiten, die von dem Alter abhängig zu sein scheinen. So fand v. Bibra in den Rippenknorpeln:

eines Kindes	von	6 Monaten	2,24	Proc.	Asche	
" "	"	3 Jahren	3,00	"	"	
" Mädchens	"	19 "	7,29	"	"	
" Weibes	"	25 "	3,92	"	"	
" Mannes	"	20 "	3,40	"	"	(Fromherz u. Gugert).
" "	"	40 "	6,10	"	"	

Quantitative Analysen der anorganischen Bestandtheile menschlicher Rippenknorpel wurden von v. Bibra ausgeführt. Wir stellen die erlangten Resultate tabellarisch zusammen.

Quantitative Zusammensetzung der Knorpelasche.

In 100 Theilen Asche	Rippenknorpel				
	Kind von ½ Jahr	Kind von 3 Jahren	Mädchen von 19 Jahren	Weib von 25 Jahren	Mann von 40 Jahren
Phosphorsaurer Kalk . .	20,86	21,33	5,36	6,33	13,09
Schwefelsaurer Kalk . . .	50,68	48,68	92,41	87,32	79,03
Phosphorsaure Bittererde .	9,88	8,88	0,99	4,10	3,78
Schwefelsaures Natron . .	9,21	10,93	1,24	0,95	1,22
Phosphorsaures Natron .	Spur	3,00	Spur	Spur	0,93
Kohlensaures Natron . .		—	—		Spur
Chlornatrium	9,37	7,18	Spur	1,30	1,95

Es versteht sich von selbst, dass man aus der Zusammensetzung der Asche, auf die Vertheilung der Mineralstoffe in dem unzerstörten Knorpel keinen Schluss ziehen darf. Die enorme Quantität von schwefelsaurem Kalk muss, die Richtigkeit der Analysen vorausgesetzt, jedenfalls so gedeutet werden, dass ein grosser Theil der Schwefelsäure von dem Schwefel des Chondrigens und der Kalk von einem Gehalt des Knorpels an mit der organischen Substanz verbundenem Kalk stammt.

Literatur zur Chemie des Knorpelgewebes: Mulder: Versuch einer allgem. phys. Chem. Braunschweig 1844. — Hoppe: De cartilag. struct. Dissert. Berol. 1850. — v. Bibra: Untersuch. über Knochen und Zähne 1844. — Bödecker: Annal. d. Chem. und Pharm. CXVII, S. 111. — de Bary: Physiol. chem. Untersuchungen über Eiweisskörper u. Leimstoffe. Tübingen 1864.

III. Chemie des Bindegewebes und elastischen Gewebes.

Bindegewebe.

Die einzelnen Formen des **Bindegewebes** zeigen je nach der Art, dem Alter, der Function und je nach der Thierclasse, ausserordentliche Verschiedenheit des morphologischen und chemischen Verhaltens.

Chemische Bestandtheile und

Als histologische Elemente des Bindegewebes sind die Grundsubstanz, die eingestreuten Zellengebilde und die elastischen Fasern zu betrachten. Diese drei Substanzen sind chemisch different, doch ist man weit davon entfernt, die chemische Natur derselben genau zu kennen. Der Hauptbestandtheil des streifigen Bindegewebes ist **Collagen**, ausser-

dem enthält dasselbe, aus einer nicht leimgebenden Substanz bestehende Formelemente (Bindegewebszellen, Spiral-, Kern-, elastische Fasern), anderweitige accessorische Einlagerungen (s. unten) — ein in Wasser unlösliches Albuminoïd, welches aus Sehnen durch Kalkwasser extrahirt werden kann, identisch mit Eichwald's Mucin — Mineralstoffe und Fett. Im Interstitialsafte des Bindegewebes, der mittleren Arterienhaut, des elastischen Gewebes und in den Gewebszellen der Hornhaut findet sich endlich Globulin (fibrinoplastische Substanz).

allgemeines chemisches Verhalten.

Das wichtigste chemische Merkmal des streifigen Bindegewebes der Wirbelthiere ist seine allmähliche Löslichkeit (d. h. seiner Grundsubstanz) in kochendem Wasser, welches dann Glutin enthält (vergl. S. 140).

Ausser den Bindegewebszellen, den Spiral-, Kern- und elastischen Fasern, sowie etwaigen fremden Einlagerungen, bleibt nach Zellinsky auch ein Theil der Grundsubstanz ungelöst, was aber der Bestätigung bedarf. Wird Bindegewebe in kochendes Wasser gebracht, so schrumpft es anfangs etwas zusammen, quillt aber bald gallertig auf und löst sich dann bei fortgesetztem Kochen unter Zurücklassung der angeführten Elemente. Durch Quecksilberchlorid, Alaun, basisch-schwefelsaures Eisenoxyd, Gerbsäure wird es verändert, contrahirt und verliert seine Fäulnissfähigkeit. Durch Kochen mit verdünnten Säuren, wird es noch weit schneller in Glutin verwandelt, als beim Kochen mit reinem Wasser. In concentrirter Essigsäure quillt es gallertig auf, so dass es unter dem Mikroskop undurchsichtig wird, allein es wird dadurch nicht aufgelöst; denn wäscht man das Präparat mit Wasser aus, oder neutralisirt die Säure mit Ammoniak, so treten die Fasern in ihrer früheren Form wieder hervor. Da die Bindegewebsfasern durch Essigsäure unsichtbar werden, die elastischen Fasern aber nicht, so bedient man sich dieses Reagens, um die Gegenwart elastischer Fasern unter dem Mikroskop zu constatiren. Kaustische Alkalien wirken ähnlich wie die Säuren, bewirken aber bei längerer Einwirkung, schon in der Kälte wahre Lösung.

Behandelt man, sorgfältig mechanisch gereinigte Sehnen mit kaltem destillirten Wasser und presst aus, so erhält man eine neutral reagirende gelblich gefärbte Flüssigkeit, die eine geringe Menge gewöhnlichen Albumins, ausserdem aber Alkali-Albuminat enthält.

Albuminähnliche Körper aus Sehnen.

Aus Sehnen, die vorher von allen in Wasser löslichen Stoffen möglichst befreit sind, nimmt Kalkwasser ein eigenthümliches Albuminat auf; die Lösung desselben in Kalkwasser giebt mit verdünnter Salz-, Salpeter- und Essigsäure einen weissen flockigen, im Ueberschuss der Fällungsmittel unlöslichen Niederschlag. Die durch die genannten Säuren erzeugten Niederschläge lösen sich in concentrirter kochender Salpetersäure mit gelber Farbe auf, in der salpetersauren erkalteten Lösung bewirkt Ammoniak eine tief orangegelbe Färbung. In concentrirter kochender Salzsäure, lösen sie sich ebenfalls und die Lösung färbt sich beim Stehen an der Luft allmählich violett. Mit Zucker und Schwefel-

säure färbt sich die Substanz an der Luft allmählich roth, purpur bis dunkelviolett.

Die durch Fällung mit Salzsäure aus der Kalkwasserlösung gewonnene Substanz, mit Wasser sorgfältig ausgewaschen, ist aschenfrei, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Auf dem Platinblech verbrennt sie mit dem bekannten Geruch der Albuminate. In der salzsauren Lösung der Substanz aber erzeugt Ferrocyankalium keine Fällung.

Behandelt man die gereinigte Substanz mit concentrirter Essigsäure, so wird sie etwas durchscheinend, bei grossem Ueberschuss der Säure erfolgt feine Vertheilung; kocht man, so ballt sich das Ungelöste zu grösseren Flocken zusammen, das klare Filtrat giebt mit Ferrocyankalium schwache Trübung. Dieses Verhalten zeigt die fragliche Substanz aber nur im frisch gefällten Zustande. In Kali, Natron, Ammoniak und in Barytwasser ist das durch Kalkwasser aus den Sehnen ausgezogene Albuminat leicht löslich. Wenn man die hinlänglich gereinigte Substanz in Wasser aufschwemmt und mit einem in Kali getauchten Glasstabe umrührt, so löst sich sogleich ein beträchtlicher Theil der Substanz auf. Wiederholt man nach einiger Zeit den Zusatz von Kali und fährt damit so lange fort, bis nur noch ein kleiner Theil ungelöst ist, so erhält man durch Filtration eine vollkommen neutral reagirende Lösung, aus welcher Essigsäure, Phosphorsäure, Salzsäure und Salpetersäure die unveränderte Substanz fällen. Weingeist erzeugt einen Niederschlag, der in Wasser löslich ist, Gerbsäure eine geringe Trübung, Sublimatlösung bewirkt keine Fällung (Rollet). Dieser Körper stimmt in seinen Eigenschaften, wie Eichwald gezeigt hat, mit dem von diesem, aus Weinbergschnecken und verschiedenen Geweben höherer Thiere dargestellten Mucin vollkommen überein.

Die Zusammensetzung der reinen Grundsubstanz ist unbekannt, da bisher Mittel zu ihrer vollkommenen Reinigung fehlen. Wenn daher das durch Wasser, Alkohol und Aether gereinigte Bindegewebe bei der Elementaranalyse Zahlen giebt, welche mit den aus Glutin erhaltenen übereinstimmen, so kann dieses Ergebniss nach den Beobachtungen von Rollet nur so viel beweisen, dass die Zusammensetzung der verschiedenen Elemente des Bindegewebes eine, jener des Glutins so ähnliche ist, dass dadurch das Gesammtresultat nicht wesentlich alterirt wird, oder, dass die Hauptmasse des Bindegewebes, die leimgebende Grundsubstanz, dem Glutin wirklich isomer ist und die Gemengtheile von abweichender Zusammensetzung der Menge nach so sehr zurücktreten, dass sie auf das Resultat der Analyse höchstens einen, innerhalb der Beobachtungsfehler liegenden Einfluss äussern können.

Nach den Untersuchungen von Virchow, v. Wittich und His bilden die geformten, durch hohle Ausläufer unter sich anastomosirenden Zellen der Bindegewebssubstanz, ein grosses zusammenhängendes Höhlen- oder Röhrensystem, mit einer eigenthümlichen Flüssigkeit gefüllt.

Lässt man in Sehnen Indigchromogen durch Capillarität aufsteigen,

so findet man an hernach getrockneten und mit Essigsäure aufgequollenen Präparaten, in den, mit dem Längsdurchmesser der Sehnen parallel laufenden Bindegewebszellen, feinkörnige blaue Niederschläge, die ein zierliches Netzwerk bilden.

Chemisches Verhalten der Hornhaut.

Ein, von dem streifigen Bindegewebe abweichendes chemisches Verhalten, zeigt das Gewebe der Hornhaut. Die Leimlösung aus der Cornea, deren Zellen auch nach langem Kochen ungelöst bleiben, verhält sich nicht wie eine Glutinlösung, sondern ähnlich wie eine Chondrinlösung. Dieselbe ist opalisirend, von schwach alkalischer Reaction, besitzt bedeutende Klebkraft und verhält sich gegen Reagentien wie folgt:

Alkohol bewirkt in der concentrirten Lösung einen in Wasser löslichen Niederschlag, Essigsäure im minimo fällt weisse Flocken, die beim Stehen oder Erwärmen zu hellen Tropfen zusammentreten und im Ueberschuss der Säure sowie in Salzlösungen leicht löslich sind. Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure erzeugen ebenfalls im Ueberschuss der Säure leicht lösliche Niederschläge.

Die Niederschläge durch Alaun, Bleizucker, Eisenvitriol, Kupfervitriol lösen sich im Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auf, nicht so die mit Quecksilberchlorid, Gerbsäure, Platinchlorid. Bleiessig und Alkalien geben keine Fällung.

Das Wasserextract der Hornhaut enthält fibrinoplastische Substanz und ruft in Fibrinogen enthaltenden Transsudaten Gerinnung hervor. Durch Kohlensäure wird es schnell und stark getrübt. Entfernt man diese Trübung, so wird es fibrinoplastisch unwirksam. Bringt man eine frische Hornhaut in eine gerinnbare concentrirte Flüssigkeit, so gerinnt dieselbe nur langsam und unvollkommen; schnell und erschöpfend aber, wenn man statt der Hornhaut in Substanz, das Wasserextract derselben zusetzt (A. Schmidt).

Behandelt man die Hornhaut mit Essigsäure, so wird sie anfangs durchsichtig, später unter Quellung gallertig, aber auch bei sehr langem Maceriren damit löst sich die Grundsubstanz nicht auf, wohl aber bewirken bei längerer Maceration Mineralsäuren vollständige Lösung. Verdünnte Mineralsäuren besitzen dieses Vermögen nicht, hat man aber Cornea längere Zeit mit verdünnten Mineralsäuren macerirt, so löst dann kochendes Wasser die Grundsubstanz in kürzester Zeit auf. Diese Lösungen werden durch Ferridcyankalium gefällt, was bei dem allein durch Wasser gewonnenen Hornhautleim, nicht der Fall ist.

Die Hornhautzellen enthalten im Wesentlichen Albuminate. Wenn man die Hornhaut ihres Epithels beraubt, so zieht Essigsäure kaum eine Spur eines Albuminates aus. Die Mineralbestandtheile der Hornhaut bestehen vorzugsweise aus Alkalisalzen; die Asche reagirt alkalisch und braust mit Säuren; ebenso auch die Asche des Hornhautleims und der von ihm getrennten Zellen.

Verschieden von dem gewöhnlichen Bindegewebe, verhalten sich

ferner das embryonale Bindegewebe (auch das der Cornea) und das homogene Bindegewebe vieler Wirbellosen.

Embryonale Gewebe geben keinen Leim; das durch Kochen mit Wasser aus solchen Geweben gewonnene Extract, verhält sich in seinen Reactionen dem Schleimstoff und dem Pyin ähnlich; daraus hat man Veranlassung genommen, für das embryonale und für das Bindegewebe einiger Wirbellosen den Namen Schleimgewebe vorzuschlagen. In diesen Geweben ist statt der leimgebenden Grundmasse eine gallertige oft halbflüssige, oft ganz durchsichtige Substanz enthalten, die bald aus einem albuminatähnlichen Körper besteht, bald wieder ganz eigenthümlich ist. Zuweilen enthält sie Schleimstoff, zuweilen Körper von abweichenden Reactionen. Hierher gehören wenigstens zum Theil auch die Colloidmasse und die Gallertsubstanz des sogenannten elektrischen Schwanzorgans von Raja oxyrhynchus. Das Gallertgewebe der Medusen enthält weder Collagen, noch Schleimstoff, noch endlich ein wirkliches Albuminat.

Embryonales Bindegewebe.

Bezüglich der Zersetzungsproducte, welche collagene Gewebe resp. Glutin und chondrigene Gewebe resp. Chondrin, mit kaustischen Alkalien und mit verdünnter Schwefelsäure geben, vergl. S. 140 und 142.

Ueber die chemische Entwickelung des Bindegewebes von Drummond gemachte Angaben, sind nur mit Vorsicht aufzunehmen. Nach ihm ist die Grundmasse, in der die ursprünglichen Bildungskugeln liegen, Albumin, auch die Körnchen, die in der Nähe der letzteren abgelagert sind, bestehen aus einem Albuminat (nach Drummond aus Faserstoff?), weil Essigsäure, Weinsäure, Salzsäure sie zuerst aufquellen machen, dann vollständig lösen, Jod und Chromsäure sie gelb, Millon's Reagens sie dagegen roth färbt. Kocht man die ganze Masse des Blastems, so findet sich im Filtrat keine Spur von Leim. Auch die ersten Bindegewebsfasern sollen noch aus Albuminaten bestehen und erst mit ihrer Weiterentwickelung allmählich ihren Charakter ändern, aber erst sehr spät Leim liefern.

Chemische Entwickelung des Bindegewebes.

Elastisches Gewebe. Der chemische Charakter der elastischen Gewebe ist ein, von jenem des Bindegewebes wesentlich verschiedener. Doch herrschen darüber noch mannigfache Widersprüche. Als ausgemacht ist es anzusehen, dass sie beim Kochen mit Wasser keinen Leim, weder Glutin noch Chondrin liefern, dass ihre Grundmasse demnach weder eine collagene noch chondrigene ist.

Elastisches Gewebe.

In neuester Zeit ist es W. Müller gelungen, das elastische Gewebe aus dem Nackenbande des Pferdes reiner darzustellen, als es bis dahin geschehen war und selbes namentlich aschen- und schwefelfrei zu erhalten. Vergl. Elastin S. 139.

Reindarstellung desselben.

Man kocht frisches, sorgfältig präparirtes Nackenband mit einer Mischung von Alkohol und Aether längere Zeit und hierauf mindestens einen Tag lang mit Wasser; dadurch entfernt man das Fett und den grössten Theil des im Nackenbande enthaltenen Bindegewebes. Dann kocht man einen Tag mit ziemlich concentrirter Essigsäure und dann wieder mit Wasser, um die Essigsäure zu entfernen. Man bringt nun die Substanz in eine mässig verdünnte Kalilösung und kocht damit so lange, bis sie anfängt, etwas zu quellen. Man giesst die gelblich gefärbte kalische Flüssigkeit ab, fügt Wasser mit etwas Essigsäure zu, kocht neuerdings, und wiederholt die Behandlung mit Wasser so lange, bis alle saure Reaction verschwunden ist. Endlich zieht man das Gewebe 24 Stunden lang mit kalter ziemlich concentrirter Salzsäure aus, giesst die Säure ab und wäscht mit vielem destillirten Wasser vollständig aus, indem man so lange mit erneuerten Mengen des letzteren kocht, bis selbes nach dem Verdampfen keine Spur eines Rückstandes hinterlässt.

Chemisches Verhalten.

So dargestelltes elastisches Gewebe ist getrocknet, eine spröde, gelbliche, deutlich faserige Substanz. In Wasser quillt dieselbe auf und zeigt, mikroskopisch untersucht, noch die wohl erhaltenen elastischen Fasern. Mit wässerigem Ammoniak und verdünnter Essigsäure quillt die Substanz gleichfalls. In Wasser ist sie vollkommen unlöslich, selbst bei mehrtägigem Kochen, ebenso in concentrirter kochender Essigsäure, in Alkohol und Aether. Mit concentrirter reiner Salpetersäure färbt sie sich blassgelb, während sie zugleich gallertig aufquillt; auf Zusatz von Ammoniak wird die Färbung gelbroth, bei längerer Einwirkung der Salpetersäure wird die Substanz immer mehr schleimig unter Gasentwickelung. Mit concentrirter Kalilösung gekocht, löst sie sich unter bräunlicher Färbung, die Lösung mit Schwefelsäure neutralisirt eingedampft, gelatinirt nicht und wird durch Säuren mit Ausnahme von Gerbsäure nicht gefällt. Auf dem Platinblech verbrennt sie ohne Rückstand.

Ueber die Elementarzusammensetzung des so gereinigten Gewebes vergl. S. 139.

Bei der Zersetzung des elastischen Gewebes mit verdünnter Schwefelsäure. erhält man neben reichlichen Mengen von Leucin geringe Mengen von Tyrosin, Ammoniak, und daneben, wie es scheint, auch noch einen nicht krystallisirbaren, durch Bleiessig fällbaren Körper.

Quantitative Analyse.

Quantitative Zusammensetzung des Binde- und elastischen Gewebes. Von einer solchen, wenn darunter nicht die elementare Zusammensetzung verstanden wird, kann nur insofern die Rede sein, als es sich dabei um die näheren Bestandtheile der Gewebe, so wie sie sind, also um gewissermaassen accessorische und wesentliche handelt. Es liegen vor quantitative Analysen über die mittlere Arterienhaut (elastisches Gewebe), über menschliche Lederhaut und das Gewebe der Cornea (Bindegewebe).

Wir stellen die Resultate der Analysen von M. Schultze, Wienholt und His in einer Tabelle zusammen.

In 1000 Theilen	Bindegewebe		Elastisches Gewebe			
			Mittlere Arterienhaut. Schultze.			
	Cornea His	Lederhaut Wienholt	Carotis		Aorta thorac.	
			I.	II.	I.	II.
Wasser	758,8	575,0	693,0	714,0	678	733
Feste Stoffe	241,2	425,0	307,0	286,0	322	267
In Wasser unlösliche Formelemente	28,4	325,3	186,3	173,0	274,6	220,5
Natronalbuminat	—	—	64,5			19,2
Albumin	—	15,4	22,7			—
Leimgebende Substanz	203,8	—	—	} 113,0	74,4	—
Alkoholextract	—	8,3	} 22,7			
Wasserextract	—	76,0				} 27,2
In Wasser lösliche Salze	8,4	—	7,4			
In Wasser unlösliche Salze	1,1	—	3,4	—	—	—

Einlagerungen in die Bindegewebe.

Einlagerungen in die Bindegewebe. Grosse und zahlreiche Veränderungen können die Bindegewebe dadurch erleiden, dass bald in ihre Grundsubstanz, bald in ihre Zellen, zuweilen selbst in beide, Materien eingelagert werden, die nicht wesentlich zum Begriff des Bindegewebes gehören. Für einzelne Localitäten des Bindegewebes sind solche Einlagerungen oft ganz charakteristisch, zuweilen trifft man sie nur in ganz bestimmten Lebensperioden oder nur bei gewissen Thierclassen und Arten.

Es gehören hierher:

a. Einlagerungen von Fettzellen, Fettzellgewebe.

Fettzellgewebe.

Die Thierfette kommen fast überall, wo sie selbstständig und frei auftreten, in Zellen eingeschlossen vor und zwar theils in besonderen Zellen, die dem Bindegewebe nur beigeordnet sind, theils in Zellen, welche nichts anderes sind, wie mit Fett erfüllte zum Theil etwas umgewandelte Bindegewebskörperchen. Der Inhalt der Fettzellen besteht nie ausschliesslich aus Fett, doch ist es der vorherrschende Bestandtheil des-

selben. Eine genauere Kenntniss der übrigen Bestandtheile fehlt. Chevreul fand im Schweinsfett eine ekelhaft schmeckende und riechende Materie und Chlornatrium nebst anderen Salzen.

Nicht selten beobachtet man Krystalle in den Fettzellen und zwar um so häufiger, je reicher das darin eingeschlossene Fett an festen Fetten ist und je niedriger die Temperatur ist, bei welcher die Untersuchung stattfindet. Die Krystalle bilden wandständige oder centrale Drusen, zuweilen erfüllen sie den ganzen Zellenraum. Durch ihre Unlöslichkeit in Wasser und in Säuren, durch ihre Löslichkeit in Aether geben sie sich als Fett zu erkennen.

Aether oder heisser Alkohol entzieht den Fettzellen das Fett und hinterlässt eine gefärbte Hülle. Durch Essigsäure, Mineralsäuren, Kali wird häufig ein tropfenweises Austreten des Fettes bewirkt, ohne dass die Membran verschwindet; zuweilen löst sich dieselbe allmählich auch auf, in anderen Fällen widersteht sie hartnäckig. Mulder und Donders glauben an den Fettzellen des Schweines und Schafes zweierlei Hüllen annehmen zu dürfen, von denen die äussere in Kali löslich sei und die Zellen untereinander verbinde, während die innere, sogar 80procentiger erhitzter Kalilauge und kochender Essigsäure widerstehe.

Von freien Fetttropfen unterscheiden sich die Fettzellen dadurch, dass erstere meist am selben Objecte in sehr verschiedener Grösse auftreten, häufig zusammenfliessen, mehr Scheiben als Kugeln darstellen und hellere Contouren zeigen. Bei Behandlung mit Aether verschwinden erstere ganz, während die Fettzellen ihre Hülle hinterlassen.

b. Einlagerungen von Knochensalzen.

Einlagerungen von Knochensalzen.

Es gehören hierher die Bindegewebsknochen und die Schuppen gewisser Fische (Polypterus bichir), das Schildpatt und die Geweihe verschiedener Thiere.

c. Einlagerungen von Krystallen organischer Natur.

Hierher gehören die silberglänzenden unter dem Mikroskop dem Cholesterin ähnlichen Krystalle, welche die Wandungen der Schwimmblase von Argentina Sphyraena überziehen. Sie bestehen nach der Untersuchung von C. Voit aus Guanin.

d. Einlagerungen von Pigmenten

Einlagerung von Pigmenten.

in Gestalt von amorphen Körnern, in Flüssigkeiten (Wasser oder Fett) gelöst, festen Stoffen anhaftend und dieselben durchdringend und endlich in Krystallen. Es gehören hierher die Pigmentablagerung in die eigentlichen constituirenden Bindegewebszellen, die accidentellen Pigmentzellen der Bindegewebe, die Pigmenthaufen im Kerne (Leydig) bei den Embryonen von Paladina, bei Piscicola, im Parenchym der Choroidea, in den Chromatophoren der Cephalopoden (Kölliker) und in pathologischen Neubildungen, das freie Körnchenpigment in der Lederhaut der

Cephalophoren, das Pigment als durchtränkende Flüssigkeit in den Hodenbläschen von Piscicola (Leydig), die an Erden gebundenen Pigmente bei den Mollusken, im Panzer der Crustaceen u. s. w.

Die Schnäbel und Füsse gewisser Vögel enthalten ein gelbes Fett in Form kleiner Tröpfchen, die sich in Aether und heissem Alkohol lösen. Es ist ein unmittelbares Secret der Cutis und findet sich am dichtesten um die Cutispapillen.

Goebel fand das Roth der Taubenfüsse in Aether und absolutem Alkohol mit carminrother Farbe löslich; beim Verdunsten der Lösung hinterbleibt es als eine rothe Masse von Talgconsistenz. In Wasser war es vollkommen unlöslich und schwamm auf heissem Wasser in kleinen rothen Fetttropfen, die nach dem Erkalten talgartig erstarrten. In Kali war es löslich und wurde aus der kalischen Lösung durch Säuren unverändert gefällt; auch in alkalischen Oelen war es mit rother Farbe löslich. Aus dem ganzen Verhalten geht hervor, dass das Pigment in einem flüssigen Fett gelöst ist, so dass die angegebenen Reactionen zum grossen Theil auf dieses bezogen werden müssen.

Von dem gefärbten Fett, welches man häufig unter dem Panzer der grösseren Crustaceen antrifft, ist nur das Pigment des Flusskrebses etwas näher untersucht. Aus den Schalen zieht siedender Alkohol ein Pigment aus, welches dem Alkohol eine rothe Färbung ertheilt. Nach dem Verdunsten der Lösung bleibt ein talgartiger, in Wasser unlöslicher, in Aether löslicher Rückstand. Die alkoholische Lösung mit Alaun und Ammoniak versetzt, giebt eine Lackfarbe, von Bleizucker wird sie violett gefällt. Schwefelsäure und Salpetersäure färben die Lösung grün, ohne dass bei nachheriger Neutralisation die rothe Farbe wieder hervortritt. Kalilauge löst das Pigment mit rother Farbe (Macaire, Lassaigne).

Die rothen Pigmentkörner in dem Panzer mancher grösserer Crustaceen sind unregelmässige Körperchen, die blauen dagegen säulenförmige Krystalle, welche durch Säuren und Hitze zerstört, in Alkohol aber langsam gelöst werden (Focillon, Leydig).

e. Ein- und Auflagerungen von kohlensauren Erden und von Kieselerde.

Einlagerung von kohlensauren Erden und von Kieselerde.

Derartige Einlagerungen finden bei sehr vielen Wirbellosen, bis hinauf zu den Cephalopoden statt. Dieselben sind chemisch charakterisirt, einerseits durch einen vorwiegenden Gehalt an anorganischen Stoffen, unter welchen die kohlensauren Erden weit über die phosphorsauren vorwiegen und andererseits durch das Fehlen einer leimgebenden organischen Grundlage. Obgleich zunächst bei den Wirbellosen heimisch, kommen derartige Einlagerungen unter pathologischen Verhältnissen auch bei Wirbelthieren vor.

Ihr anorganischer Theil enthält nie ausschliesslich kohlensauren

Kalk, aber immer vorwiegend, ausserdem enthält er kohlensaure Magnesia, phosphorsaure Erden, Fluormetalle, Gyps, Kieselerde, Eisenoxyd, auch wohl minimale Mengen von Alkalisalzen. Die Kalkablagerungen finden sich endlich entweder auf den Körperwandungen, oder im Inneren der Organe und Gewebe.

Es gehören hierher unter anderen: Die Kalkablagerungen der Polypen und Bryozooen (Kalkspindeln, Kalknadeln, kalkige Achse der Coralliden), die Panzer der Infusorien (kalkschalige, kieselschalige?), die Kalkablagerungen in der äusseren lederartigen Haut der Echinodermen (Echinodermenskelett), die Ablagerungen in dem äusseren Skelett der Mollusken, der Molluskenschalen (Muschelschalen, Schneckengehäuse), die Kalkpanzer der Crustaceen, u. s. w.

Eine vollständige Zusammenstellung der zahlreichen quantitativen Analysen der Korallen, Gehäuse, Schalen und Kalkablagerungen bei den Wirbellosen findet man in dem unten aufgeführten Werke von Schlossberger.

Literatur zur Chemie des Binde- und elastischen Gewebes: J. E. Schlossberger, Versuch einer allgem. u. vergl. Thierchemie. Leipzig und Heidelberg 1856. S. 105 bis 225. — Vergl. ausserdem W. Müller, Zeitschr. f. rat. Medicin 3. R. Bd. X. Hft. 2, S. 173. — Rollet, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math. naturw. Classe. Bd. XXXIX, S. 308. — C. Voit, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. XV, S. 515. — E. Eichwald, Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXIV, S. 177. — A. Schmidt, Arch. f. Anat. u. Phys. 1861, S. 545, 675. — Derselbe, ebendas. 1862, S. 428, 533.

IV. Chemie des Horngewebes.

Wir zählen hierher die, von neueren Histologen auch wohl getrennt abgehandelten Gewebe der Epidermis, der Nägel (Klauen und Hufe), der Hörner, der Haare und Schuppen, gewisser innerer Horngebilde und endlich der Krystalllinse des Auges.

Chemische Bestandtheile.

Als die chemische Grundsubstanz aller dieser Gewebe betrachtet man das Keratin, allein es wurde bereits Seite 136 auseinandergesetzt, dass das Keratin keineswegs ein chemisch scharf individualisirter Stoff, sondern eben der Rückstand ist, welchen man erhält, wenn man Horngebilde mit Wasser, Alkohol und Aether auszieht, der allerdings eine gewisse Aehnlichkeit, aber durchaus keine völlige Uebereinstimmung in seiner Zusammensetzung (namentlich nicht bezüglich des Stickstoff- und Schwefelgehaltes) zeigt, wie sich dies aus den Seite 136 mitgetheilten Analysen ergiebt. Im Verhältniss zu dem bei den eigentlichen Albuminaten, tritt

bei den Horngeweben der Schwefel mehr hervor. In welcher Form er darin enthalten ist, ist völlig unaufgeklärt.

Das allgemeine chemische Verhalten der Horngewebe ist nachstehendes.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Die Horngewebe sind unlöslich in kaltem Wasser; kochendes Wasser bewirkt eine gewisse Erweichung und Auflockerung des Gewebes, zieht gewisse, wahrscheinlich accessorische extractartige Bestandtheile aus, lässt aber die Hauptmasse desselben (namentlich die Zellhäute und Kerne) ungelöst. War das Gewebe vorher durchscheinend, so wird es durch das Kochen weiss und undurchsichtig. In zugeschmolzenen Glasröhren mit Wasser längere Zeit auf 200° C. erhitzt, werden gewisse hierher gehörige Gewebe völlig aufgelöst (Federn, Haare). — In Alkohol und Aether ist das Horngewebe als solches ebenfalls unlöslich, doch nehmen diese Menstruen daraus, in allen Horngebilden als Gemengtheil vorkommendes Fett auf.

Essigsäure zeigt keine oder nur sehr geringe Einwirkung; nur bei sehr langem Kochen mit concentrirter Säure wird ein Theil des Gewebes gelöst (Berzelius).

Auch Schwefelsäure, selbst concentrirte, greift die Horngewebe schwierig an. In kalter concentrirter Schwefelsäure bleiben sie entweder ganz unverändert, oder es quellen nur die Zellen auf; beim Erwärmen tritt dieses Aufquellen rasch ein. Manche Horngebilde verwandeln sich dabei in eine schleimige, aus mikroskopischen Zellen bestehende Masse. Beim Kochen erfolgt wirkliche Lösung.

Kocht man Horngewebe längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure, so wird das Horngewebe völlig zersetzt; als Zersetzungsproducte erhält man viel Tyrosin (etwa 4 Proc.), Leucin, Ammoniak und flüchtige Fettsäuren, worunter Propionsäure.

Behandelt man Horngewebe mit Salzsäure, so nimmt letztere eine blaue oder violette Färbung, ähnlich wie mit Albuminaten, an, ohne dass sich das Gewebe löst. Erst bei längerem Kochen findet wirkliche Lösung statt, wobei die Farbe der Lösung ins Braune übergeht. Haare verhalten sich von den übrigen Horngeweben insofern abweichend, als sie sich mit starker Salzsäure purpurroth färben und sich darin bei mehrwöchentlicher Maceration auch in der Kälte lösen.

Salpetersäure färbt die meisten Horngewebe gelb, besonders schnell beim Erwärmen und löst sie übrigens ziemlich schwierig unter Entwickelung von Stickoxydgas zu einer gelben Flüssigkeit, die nach der Neutralisation mit Ammoniak eine dunklere Färbung annimmt. Als Endproduct der Einwirkung der Salpetersäure tritt Oxalsäure auf.

Fixe Alkalien, namentlich Natronlauge, lösen aus den Zellen der Horngebilde zuerst den unsichtbaren oder körnigen Zelleninhalt, dann aber auch die Kerne, zuletzt, aber nicht immer, die Zellmembranen. Je jünger die Hornzellen sind, um so weniger widerstehen sie der Einwirkung der Alkalien, je mehr sie dagegen in der Verhornung vorgeschrit-

ten sind, um so grösser wird ihre Resistenz gegen Alkalien, so, dass die Zellmembranen mancher Hornbildungen in Kali geradezu unlöslich sind. Durch dieses Verhalten eignen sich die Alkalien, um die zellige Natur der Horngewebe mikroskopisch nachzuweisen. Digerirt man Horngewebe längere Zeit mit concentrirter Kalilauge, so verwandeln sie sich in eine Gallerte, welche in der starken Lauge in der Kälte unlöslich ist, wäscht man mit Wasser das überschüssige Kali weg, so löst sich Alles zu einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit; versetzt man diese mit wenig Essigsäure, so entsteht ein weisser käsiger Niederschlag, der bald zu einer zähen klebrigen Masse zusammenbackt. Giesst man die darüber stehende Flüssigkeit ab und fügt reines Wasser zu, so löst er sich zu einer schleimigen Flüssigkeit. — Setzt man dagegen Essigsäure in kleinem Ueberschusse zu, so entsteht ein Niederschlag, der Hornsubstanz und Essigsäure enthält, und sich weder in kaltem, noch warmem Wasser, noch in Alkohol löst doch wird er beim Digeriren von Essigsäure aufgenommen; in der essigsauren Lösung bewirkt Ferrocyankalium einen halbdurchsichtigen flockigen Niederschlag; auch kohlensaures Ammoniak löst den durch überschüssige Essigsäure erzeugten Niederschlag. Verdunstet man die essigsaure Lösung zur Trockne, so hinterbleibt eine gelbe, durchsichtige, zähe, in Wasser unlösliche Masse. Bei der Behandlung der Horngewebe mit Alkalien entwickelt sich stets Ammoniak und es bildet sich Schwefelalkali; es wird demnach ein Theil des Schwefels der Gewebe denselben bei dieser Behandlung entzogen. Es ist übrigens bemerkenswerth, dass Horn, schon mit Wasser gekocht, deutliche Spuren von Schwefelwasserstoff entwickelt.

Während Chevreul aus seinen Versuchen schliessen zu dürfen glaubte, dass man der Wolle ihren Schwefelgehalt, ohne Structurveränderung, durch Behandlung mit Alkalien vollständig entziehen könne, kam Grothe zu dem Resultate, dass dies nicht der Fall sei und dass selbst dann, wenn unter Anwendung starker Alkalien, die Structur der Wolle völlig zerstört wird, der Rückstand immer noch etwas Schwefel enthalte. Wahrscheinlich ist der Schwefel in der Wolle in einer doppelten Form enthalten: in einer nur lockeren und einer sehr innig gebundenen, dem Gewebe selbst angehörigen.

Schmilzt man Horngewebe mit Kalihydrat, so erhält man unter Entwickelung von Wasserstoff, Ammoniak und anderen flüchtigen Producten Leucin, Tyrosin und flüchtige Fettsäuren.

Allgemeines chemisches Verhalten der Krystalllinse.

In vieler Beziehung abweichend von dem allgemeinen chemischen Verhalten der Horngewebe ist das der Krystalllinse, welche sich nach ihren histologischen und namentlich histogenetischen Beziehungen, an die epithelialen Bildungen anschliesst.

Die Hauptmasse der Linse besteht aus eigenthümlichen Fasern, die an bestimmten Stellen Kerne führen. Diese Fasern sind wenigstens in den äusseren Theilen der Linse deutliche Röhren mit einem zähen eiweissartigen Inhalt, der beim Zerzupfen derselben in Tropfen oder Klümpchen

aus ihnen hervorquillt; auch werden sie durch alle Mittel, welche Albuminate gerinnen machen, dunkler und zugleich deutlicher (Kölliker).

Die Linsensubstanz besitzt im Mittelpunkt der Linse die höchste, gegen ihre Peripherie die geringste Dichtigkeit; der grösseren Dichtigkeit des Kerns entspricht auch der höhere Brechungsexponent desselben.

Die Bestandtheile der Krystalllinse sind Albumin, in geringerer Menge Globulin oder Krystallin, über welches S. 119 u. 124 das dort über Zusammensetzung, Reactionen u. s. w. Angegebene nachzusehen ist; ausserdem anorganische Salze: Chlor, schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien und phosphorsaurer Kalk, — Fett (worunter Cholesterin), und nicht näher charakterisirte Extractivstoffe.

Aus einer Linsenlösung wird durch Kohlensäure, oder verdünnte Essigsäure nur ein Theil der organischen Substanz gefällt. Der Niederschlag: Globulin, verhält sich dem Blutglobulin: der fibrinoplastischen Substanz, vollkommen gleich und bewirkt Gerinnung in fibrinogenhaltigen Flüssigkeiten. Beim Erhitzen der Linsenlösung entsteht ein Coagulum, welches Albumin und Globulin enthält, indem zwar Globulin aus schwach alkalischen Flüssigkeiten beim Erhitzen nicht herausfällt, wohl aber bei Gegenwart von Salzen, wie sie in der Krystalllinse in erheblicher Menge vorkommen (A. Schmidt).

Die Linse trübt sich bekanntlich einige Zeit nach dem Tode. Man leitet diese Trübung von einer spontanen Gerinnung ab, allein man hat dabei ausser Acht gelassen, zu sagen, was denn eigentlich gerinnt. Ebensowenig sind die Ursachen der Linsentrübungen während des Lebens: des Linsenstaars, aufgeklärt. Berzelius leitete solche Trübungen von Gerinnung des Globulins ab, indem er dasselbe aus kataractösen Linsen nicht mehr mit Wasser ausziehen konnte. Es ist aber gegenwärtig so viel festgestellt, dass die Ursachen der Linsentrübungen mehrfache sein können: Cholesterinbildungen, Ablagerungen von Erdphosphaten in und um die Linse etc.

Die chemische Beschaffenheit der Linsenkapsel stimmt, nach den Versuchen von Mensonides, vollständig mit jener der Descemet'schen Haut überein; beide quellen in Essigsäure und Alkalien auf, ebenso nach 48stündigem Kochen in Wasser, lösen sich nicht; auch längeres Kochen mit Essigsäure bewirkt keine Lösung, wohl aber lösen sie sich in Mineralsäuren auf.

Mit diesen Angaben im Widerspruch stehen jene von Strahl, der die Linsenkapsel sich bei mehrstündigem Kochen mit Wasser auflösen sah. Die Lösung enthielt aber keinen Leim.

der Haare und Federn.

Auch die Haare und Federn bieten in ihrem chemischen Verhalten mancherlei Eigenthümlichkeiten dar.

Ueber die Farbe der Haare.

Die verschiedene Färbung der Haare hatte man früher von verschieden gefärbten flüssigen Fetten abgeleitet, allein alle späteren Chemiker, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigten, vermochten dies nicht zu bestätigen und es ist Heute unentschiedener als je, wovon die

Färbung der Haare abhängt. Bruch hat in den Haaren körniges Pigment nachgewiesen, welches weissen Haaren völlig fehlt, allein auch bei braunen Haaren fehlt es oft und van Laër, Mulder und v. Bibra ziehen aus ihren Untersuchungen den Schluss, dass die Färbung der Haare nicht auf chemischen, sondern auf physikalischen Verhältnissen beruhe. In neuester Zeit wurden aber von Baudrimont Versuche angestellt, aus denen er den Schluss ziehen zu dürfen glaubt, dass die Farbe der Haare von dem Eisengehalte derselben abhängig sei und dass Eisen in Verbindung mit einem organischen Körper das Pigment darstelle. Aus den, unten mitgetheilten Analysen Baudrimont's, geht dies aber keineswegs mit Bestimmtheit hervor. Auch den bedeutenden Schwefelgehalt der Haare hat man endlich mit ihrer Färbung in Verbindung zu bringen versucht. Beim Kochen im Papin'schen Digestor sollen sich die Haare unter Schwefelwasserstoffentwickelung zum grössten Theile lösen; beim Abdampfen der Lösung bleibt eine klebrige, in Wasser wieder lösliche Substanz, welche nicht gelatinirt, und aus der wässerigen Lösung durch concentrirte Säuren, Chlor, Bleiessig und Gerbstoff gefällt wird. Von concentrirter Salpetersäure und anderen concentrirten Säuren wird das Haar zum grössten Theile aufgelöst. Chlor bleicht die Haare und giebt damit eine klebrige, bittere, durchsichtige Masse, die sich theilweise in Wasser auflöst.

Noch weniger Aufschlüsse hat die Chemie über den Grund der Färbung der Vogelfedern gebracht. Bruch fand in allen Federn, die er untersuchte, trotz der verschiedensten Färbungen, unter dem Mikroskope nur dasselbe braune oder schwarze Pigment und zwar in dem Federmark körnig, in der Rinde und den Strahlen formlos und gleichmässig vertheilt. Durch Chlor wird es gebleicht. Weisse Federn enthalten weder körniges noch diffuses Pigment. Die schillernden Farben der Federn, so wie alle anderen Färbungen derselben ausser Gelb, Braun und Schwarz, sollen entoptische Farben sein, denen das braune Pigment zur Folie dient. Essigsäure vernichtet den Glanz und Schiller der Federn.

Die Federn sind ferner ausgezeichnet durch einen nicht unbedeutenden Kieselerdegehalt, der in einem gewissen Zusammenhange mit dem Kieselerdegehalt der Nahrung der Vögel steht. Auch die Haare enthalten bemerkbare Mengen von Kieselerde.

Schliesslich erwähnen wir hier noch, dass nach den neuesten Untersuchungen von Cl. Bérnard während der ersten Hälfte des Intrauterinlebens, bei Embryonen verschiedener Thiere sich Glykogen in jenen Zellen vorfindet, die entweder das Horngewebe bilden, oder dessen Bildung vorangehen, in den Epithelien der Epidermis, in den Hufen, Klauen und ersten Anlagen der Hörner.

Quantitative Bestimmungen.

Quantitative Bestimmungen. Das Gewichtsverhältniss der einzelnen Gemengtheile der Horngewebe ist natürlich ein höchst verschiedenes und überdies, je nach der Art der Gewinnung derselben, eine sehr variable Grösse. Wenn daher auch die über diese Verhältnisse be-

kannt gewordenen Analysen dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft mehr entsprechen würden, als es wirklich der Fall ist, würde ihr Werth ein sehr problematischer sein. Der Mittheilung werth sind die quantitativen Analysen der Krystalllinse, wie sie von Berzelius und Fr. Simon angestellt wurden.

Analyse der Krystalllinse.

In 1000 Theilen	Ochs. Berzelius	Pferd. Th. Simon		Mensch. Hurson
		I.	II.	
Wasser	580,0	657,8	600,3	—
Feste Stoffe	420,0	342,2	399,7	—
Globulin	359,0	104,8	142,0	—
Albumin	—	232,0	255,3	—
Linsenfasern	24,0			
Alkoholextract	24,0	4,9	4,3	—
Wasserextract	13,0			
Fett	—	0,4	1,4	20,6

Zahlreiche Bestimmungen sind ferner angestellt, über den Schwefelgehalt der verschiedenen Horngewebe.

Wir stellen dieselben tabellarisch zusammen:

Objecte	Schwefel in Procenten	Beobachter
A. Haare des Menschen:		
Graue, 93jährige Frau	4,32	v. Bibra
Braune, dieselbe	4,17	
Graue, 87jährige Frau	4,76	
Weisse Haare	4,58	
Schwarzbraune, 49jähriger Mann	4,63	
dito 40jährige Frau	3,92	
Braune, 32jähriger Mann	4,36	
Rothe, 30jähriger Mann	7,99	
Blonde, 20jähriges Mädchen	4,22	
Rothe, 18jähriger Jüngling	4,20	
Braune, 16jähriger Knabe	4,20	
dito 15jähriger Knabe	4,60	
dito 12jähriger Knabe	4,80	
dito 10jähriges Mädchen	4,28	
Blonde, 3jähriger Knabe	4.25	
Haare alter Peruaner, 400 Jahre in Sand vergraben	3,7	
Haare aus bolivischen Gräbern (mindestens 1000 Jahre alt)	4,4	

Objecte	Schwefel in Procenten	Beobachter
B. Haare von Säugethieren:		
Hase	3,06	v. Bibra
Kaninchen	3,13	v. Bibra
Gemse	4,9	v. Bibra
Reh	2,1	v. Bibra
Pferd (Schimmel)	3,8	v. Bibra
dito (Braun)	3,7	v. Bibra
Bär	3,9	v. Bibra
Schwein	3,44	v. Bibra
Hund	4,17	v. Bibra
Fuchs	3,80	v. Bibra
C. Schafwolle:		
Haidschnucke	3,0 — 3,4	Grothe
Englische 30 CC. u. X.	2,0 — 2,5	Grothe
Weisse Alapaka	2,6 — 3,1	Grothe
Vicuna	1,3 — 1,9	Grothe
Streichwolle	2,4 — 2,7	Grothe
Kammwolle	1,6 — 1,8	Grothe
D. Andere Horngewebe:		
Epidermis (Mensch)	0,74	Mulder u. Tilanus
Nägel (Mensch)	2,80	„
dito dito	2,71	v. Bibra
Pferdehufe	4,23	Mulder u. Tilanus
Kuhhorn	3,42	„
Ochsenhorn	3,08	v. Bibra
Horn der Antilope	1,3	v. Bibra
„ des Widders	1,75	v. Bibra
„ der Gemse	3,20	v. Bibra
„ des Steinbocks	3,20	v. Bibra
„ des Nashorns	3,20	v. Bibra
Klauen des Hasen	2,91	v. Bibra
„ des Rehs	3,02	v. Bibra
„ der Gemse	1,42	v. Bibra
„ des Schafs	1,28	v. Bibra
„ des Elenn	0,88	v. Bibra
„ des Ochsen	1,52	v. Bibra
„ des Kalbs	1,5	v. Bibra
„ des Hundes	2,8	v. Bibra
„ des Fuchses	2,81	v. Bibra
„ des Bären	1,40	v. Bibra
Fischbein	3,60	Mulder u. Tilanus
dito	3,44	v. Bibra
Schildpatt	2,22	Mulder u. Tilanus
dito	1,98	v. Bibra
Abgeworfene Haut der Ringelnatter	0,88	v. Bibra
Abgeworfene Haut der Kreuzotter	0,83	v. Bibra

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass unter allen Horngebilden, die Haare am Meisten Schwefel enthalten und die Haare des Menschen wieder mehr als die Haare der Thiere. Auch die von van Laër für die Menschenhaare gefundenen Schwefelmengen, ergeben mit den Bibra'schen übereinstimmende Zahlen, nämlich 4 bis 5 Proc.

Ueber den Wassergehalt der Wolle wurden von Maumené und Grothe Versuche angestellt. Derselbe beträgt 13 bis 16 Proc., wovon beim Trocknen an der Luft nur etwa 6 bis 7 Proc. fortgehen; aus feuchter Luft nimmt die Wolle sehr rasch wieder eine beträchtliche Wassermenge auf, nach Grothe's Versuchen per Stunde etwa 0,02 Proc.

Ueber die anorganischen Bestandtheile der Haare wurden von van Laër und Baudrimont quantitative Versuche angestellt.

Die Resultate der Versuche Baudrimont's sind folgende:

Aschenanalysen der Haare.

In 100 Theilen Asche	Menschenhaare				
	weisse	blonde	rothe	braune	schwarze
Schwefelsaures Natron . . .	22,082	33,177	18,435	—	—
Schwefelsaures Kali	1,417	8,440	7,542	42,936	56,506
Schwefelsaurer Kalk . . .	13,576	—	—	—	—
Kohlensaures Natron . .	—	—	—	10,080	—
Chlornatrium	Spur	Spur	0,945	2,453	3,306
Kohlensaurer Kalk	16,181	9,965	4,033	5,600	4,628
Kohlensaure Bittererde . . .	5,011	3,363	6,197	4,266	2,890
Phosphorsaurer Kalk . . .	20,532	9,616	10,296	10,133	15,041
Eisenoxyd	8,388	4,220	9,663	10,866	8,099
Kieselerde	12,308	30,717	42,462	30,666	6,611

Die blonden Haare gaben, den Versuchen von Baudrimont zufolge die grösste Menge Asche (0,474 Proc.), die weissen und braunen die geringste (0,266 und 0,258 Proc.). Die Asche der weissen enthielt eine grössere Menge Kalksalze, als die farbigen und den schwefelsauren Kalk ausschliesslich. Doch sind Baudrimont's Beobachtungen nicht ausreichend, um so allgemeine Schlüsse zu begründen.

Baudrimont fand ferner, dass die Farbe der Asche meist mit der Färbung der Haare zunimmt und nahm besondere Bestimmungen des Eisenoxyds vor.

100 Theile Haarasche lieferten Eisenoxyd:

graue	hellblonde	blonde	kastanienbraune	braune	dunkelbraune
4,155	2,403	4,981	5,830	6,395	3,413

Van Laër's Analysen der Asche von Menschenhaaren gaben nachstehende Resultate:

Art der Haare	In 100 Theilen			
	Asche	In Wasser lösliche Salze	Eisenoxyd	Kieselerde, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk
Braune	0,54	0,17	0,06	0,312
dito	1,10	0,51	0,39	0,200
Schwarze . . .	1,02	0,29	0,21	0,520
dito	1,15	—	—	—
Rothe	1,30	0,93	0,17	0,200
dito	1,85	—	—	—
dito	0,54	0,27	0,27	—
Graue	1,00	0,24	0,23	0,53
dito	0,75	—	—	—

Quantitative Bestimmungen der Kieselerde der Federn und Haare.

Quantitative Bestimmungen über den Kieselerdegehalt und Aschengehalt der Vogelfedern und der Haare wurden in grosser Anzahl, mit Berücksichtigung der Ernährungsverhältnisse der Thiere, von mir angestellt. Sie ergeben eine bestimmte Beziehung des Kieselerdegehalts der Federn zur Nahrung der Thiere, wie nachstehende Tabellen erläutern.

Thiere		In 100 Thln. Substanz		In 100 Thln. Asche
Nahrung	Species	Asche	Kieselerde	Kieselerde
Körner, Getreide, etc.	Haushahn	7,43	3,71	50
	Truthahn	6,79	1,69	25
	Saatkrähe	4,83	1,95	38
	Taube	2,37	0,59	25
	Gans	3,83	1,47	38
	Rebhuhn	3,79	2,47	65
	Mittel . .	4,84	1,98	40
Fische, Fischeier, Wasserinsecten, Wasserpflanzen	Sturmmöve	1,25	—	—
	Nachtrabe	2,04	0,29	14
	Fischreiher	2,06	0,28	13
	Weisser Reiher	1,07	0,19	18
	Kropfgans	5,45	0,53	9
	Albatross	2,43	0,25	10
	Eisvogel	0,99	0,09	10
	Mittel . .	2,41	0,23	10,5
Säugethiere, Insecten	Schleiereule	2,92	1,35	46
	Waldkauz	1,41	0,39	27
	Mäusebussard	2,19	0,51	23
	Rauhfüssiger Falke . . .	2,14	0,61	28
	Sperber	2,70	0,87	32
	Nebelkrähe . . . . . . (mit Fleisch gefüttert)	1,62	0,11	7
	Mittel . .	2,16	0,64	27
Insecten, Insecteneier, Beeren, Aas etc.	Grünspecht	2,19	0,62	28
	Elster	3,78	1,51	40
	Birkhahn	1,01	0,32	33
	Rohrhuhn	4,19	1,49	35
	Thurmschwalbe	4,45	1,21	27
	Papagei	5,31	1,19	22
	Storch	3,04	0,99	31
	Sperling	2,12	0,85	40
	Zeisig	2,11	0,52	25
	Schwalbe	1,65	0,47	28
	Singdrossel	1,56	0,39	25
	Blauracke	2,43	0,79	33
	Wilde Ente	1,10	—	—
	Krammetsvogel	1,77	0,26	15
	Mittel . .	2,62	0,75	27

Man ersieht aus vorstehender Tabelle sofort, dass bis zu einem gewissen Grade der Kieselerdegehalt der Vogelfedern von der Nahrung der Thiere abhängig ist. Dies macht folgende Zusammenstellung des Mittelwerths übersichtlich:

	Asche	Kieselerde	Aschenprocente
Körnernahrung	4,84	1,98	40
Fleischnahrung	2,16	0,64	27
Beeren, Insecten	2,62	0,75	27
Fischnahrung	2,41	0,23	10,5

Auch das Alter der Thiere erscheint von Einfluss auf den Kieselerdegehalt der Vogelfedern, wie folgende Zusammenstellungen beweisen:

Thiere		In 100 Thln. Substanz		In 100 Thln. Asche
		Asche	Kieselerde	Kieselerde
Picus viridis	Altes Thier	2,19	0,62	28
„ „	Junges Thier	1,65	0,32	19
Corvus pica	Altes Thier	3,78	1,51	40
„ „	Junges Thier	2,30	0,74	32
Columba dom.	Altes Thier	2,37	0,59	25
„ „	Junges Thier	0,86	—	—

Nächst den Vogelfedern sind die Haare die kieselerdereichsten thierischen Stoffe, wie nachstehende Zusammenstellung übersichtlich macht:

	Stoffe	In 100 Thln. Substanz		In 100 Thln. Asche
		Asche	Kieselerde	Kieselerde
Gorup-Besanez	Kaninchenhaare	2,88	0,34	11,8
	Ochsenhaare	4,83	0,52	10,8
	Pferdehaare	1,46	0,21	14,6
	Rehhaare	7,11	0,57	8,1
	Bockshaare	1,95	0,18	9,4
	Hundehaare	2,25	0,28	12,5
	Meerschweinchenhaare	1,31	0,12	9,4
	Menschenhaare			
	Menschenbart	0,92	—	—
	Braune Kopfhaare	1,57	0,22	13,89
	Weisse "	1,20	0,11	9,52
	Schafwolle	3,23	0,29	8,3
(Weber)	Rindsblut	—	—	1,19
(Henneberg)	Hühnerblut	—	—	0,96
Poleck	Eiweiss von Hühnereiern	—	—	7,05
(Weidenbusch)	Rindsgalle	—	—	0,36

Ichthyosisborken.

Schliesslich erwähnen wir noch zweier Analysen der Hautschuppen bei Ichthyosis und Pellagra, pathologischen Wucherungen der Epidermis.

Schlossberger fand in den Ichthyosisborken neben dem Keratin, dessen Elementarzusammensetzung mit jener der gesunden Epidermis übereinstimmte, in den alkoholischen und ätherischen Extracten, die deutlich sauer reagirten, ein flüssiges und ein festes Fett und bedeutende Mengen von Cholesterin; im weingeistigen Auszuge Hippursäure, in den wässerigen Auszügen weder Leim noch Albuminate, sondern die gewöhnlichen löslichen Salze des Thierkörpers, aber keine Sulfate. Die Asche enthielt nicht unbedeutende Mengen von Kieselerde und Eisenoxyd.

Schmetzer fand in meinem Laboratorium, in einem exquisiten Fall von Pellagra, in den Borken ebenfalls ein goldgelbes flüssiges, ein festes Fett, reichliche Mengen von Cholesterin, etwas Tyrosin und Leucin (in den weingeistigen Auszügen), aber keine Hippursäure; im wässerigen Auszuge fand er ein Albuminat von eigenthümlichen von jenen der gewöhnlichen Albuminate etwas abweichenden Reactionen. Auch Schmetzer

fand in der Asche bemerkbare Mengen von Kieselerde, aber weder er noch Schlossberger vermochten die Ursache der constant sauren Reaction der Auszüge zu ermitteln. Ermittelt wurde nur, dass dieselbe weder durch flüchtige Fettsäuren, noch durch Milchsäure veranlasst war.

In 100 Theilen des in Wasser unlöslichen Theils der Asche der Ichthyosisborken fand Schlossberger:

Kieselerde	29,6
Phosphorsaures Eisen . .	9,2
Phosphorsauren Kalk . . .	43,9
Phosphorsaure Bittererde .	17,3

In 100 Theilen des in Wasser löslichen Theils:

Chloralkalien	90,9
Schwefelsauren Kalk . . .	9,1

Das Verhältniss der löslichen zu den unlöslichen Salzen war 40 bis 45 lösliche, auf 60 bis 55 unlösliche Salze.

Literatur zur Chemie des Horngewebes: Mulder, Vers. einer allgem. phys. Chemie. 1844. S. 542. — Schlossberger, Versuch einer allgem. u. vergl. Thierchemie 1856. S. 265 (enthält sehr vollständige Literaturangaben und eine vollständige Monographie des Horngewebes). — A. Schmidt, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 428. 533. — Grothe, Journ. f. prakt. Chem. Bd. LXXXIX, S. 420. — v. Gorup-Besanez, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXVI. S. 321. — Mulder, Physiol. Chem. Bd. II, S. 570. — v. Bibra, Annal. d. Chem. u. Phys. Bd. XCVI, S. 295.

V. Chemie des Muskelgewebes.

a. Quergestreifte Muskeln.

Allgemeiner anatomischer und histologischer Charakter.

So wie alle übrigen Gewebe, ist auch das Muskelgewebe eine, morphologisch wie chemisch gleich sehr zusammengesetzte Substanz; den verschiedenen theils wesentlichen, theils accessorischen Formelementen entsprechen auch verschiedene chemische Bestandtheile.

Anatomisch betrachtet, enthält das Gewebe der gestreiften Muskelfasern ausser den charakteristischen Elementarformen, constant andere Gewebe mehr oder weniger innig beigemengt, nämlich Nerven, Gefässe, Bindegewebe und elastisches Gewebe, dann Fettzellen und freies Fett, Blut, alles dieses durchtränkt von einer Flüssigkeit: dem Fleischsafte.

Die dem gestreiften Muskelgewebe wesentlich zukommenden histologischen Elemente sind die Muskelfäden oder Primitivbündel, die aus einer Hülle und einem contractilen Inhalte bestehen; erstere führt

den Namen Sarcolemma oder Primitivscheide, letzterer wird auch wohl die Fleischmasse (sarcous element) genannt.

Wesentlich für den Bestand des Muskels erscheint ferner das Bindegewebe, welches die einfachen quergestreiften Muskelfäden zu secundären Bündeln vereinigt und letztere gegeneinander abgrenzt. Die bindegewebige Hüllen- und Verbindungsmasse des Muskels bezeichnet man mit dem Namen Perimysium, sie enthält viele elastische Fasern beigemengt, ausserdem mehr oder weniger zahlreiche Fettzellen.

Innig verwebt mit den wesentlichen histologischen Elementen des Muskels sind die histologischen Elemente der Gefässe und Nerven und der Sehnen.

Aufgabe der chemischen Forschung.

Die chemische Untersuchung des Muskelgewebes hätte demnach die wesentlichen Bestandtheile desselben: die quergestreiften Muskelfäden, getrennt in Betrachtung zu ziehen und nachzuweisen, welche chemischen Stoffe diese Elementarorgane enthalten, sie hätte zu ermitteln, welche Stoffe den accessorischen Gebilden entstammen und welche endlich der eigentlichen Ernährungsflüssigkeit des Muskels zukommen. Weiterhin wäre zu ermitteln, welche Bestandtheile dem Sarcolemma und Perimysium und welche dem contractilen Inhalte eigenthümlich sind.

Alle diese Fragen hat die Chemie bisher noch nicht zu lösen vermocht, doch haben die bisher angestellten Untersuchungen, namentlich die epochemachende Arbeit von Liebig über die chemische Natur des Muskels und seiner Umsatzproducte überhaupt, sehr wichtige Aufschlüsse gegeben.

Chemische Bestandtheile des Fleisches.

Chemische Bestandtheile.

Im Fleische: dem oben geschilderten Gemenge von wesentlichen und accessorischen Gewebselementen und von parenchymatösem Safte inclusive Blut und Lymphe, hat man nachstehende Stoffe nachgewiesen.

Wasser, — Syntonin, — Myosin, — lösliches Albumin, — Fette, — Collagen, — einen rothen Farbstoff, nach W. Kühne identisch mit Hämoglobin, — Elastin und Keratin, — Kreatin, — Kreatinin, — Sarkin, — Xanthin, — gährungsfähigen Zucker (Fleischzucker), — Glykogen (in fötalen Muskeln), — Inosit, — Dextrin (im Pferdefleisch), — Taurin (im Fleische von Fischen und Pferden), — Inosinsäure, — Milchsäure, — Harnsäure, — flüchtige Fettsäuren, (Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure); — anorganische Salze: Chlornatrium, phosphorsaures Kali, phosphorsaures Natron, phosphorsaure Bittererde, phosphorsauren Kalk, — Eisen, — Spuren von Lithion; — Gase: Kohlensäure, Sauerstoff.

In den Muskeln der Plagiostomen (Rochen und Haifische) findet sich Scyllit und Harnstoff, in jenen der Mollusken, des Dintenfisches und der Plötzen: (Leuciscus rutilus), Taurin, in den Muskeln

der Plötzen, Häringe und Hornfische Protsäure und der Inosinsäure ähnliche Säuren von abweichender Zusammensetzung: Barytsalz der Säure aus Häringen: $C_{26}H_{27}Ba_2N_4O_{22}$ (Limpricht). Im Pferdefleisch fand Limpricht ausserdem einen amidähnlichen krystallisirten Körper von der vorläufigen Formel: $C_8H_8N_2O_4$. In den embryonalen Muskeln verschiedener Thiere findet sich Glykogen und auch wohl Leucin.

In den Muskeln der Menschen und der Säugethiere, überhaupt in den Muskeln der verschiedensten Thiere, mit Ausnahme jener der Plagiostomen, ist Harnstoff durchaus nicht aufzufinden; nur in den Muskeln von Choleraleichen und bei urämischen Zuständen hat man Spuren von Harnstoff nachgewiesen. Brücke's Annahme, dass in den Muskeln Pepsin enthalten sei, ruht auf zu unsicherer Grundlage, um mehr als erwähnt zu werden.

Vertheilung dieser Bestandtheile auf die Gewebselemente des Fleisches.

Was nun die Vertheilung dieser Stoffe auf die verschiedenen Gewebselemente des Fleisches anbetrifft, so kann Nachstehendes als mehr oder weniger erwiesen gelten.

Syntonin ist wahrscheinlich der wesentliche Bestandtheil des contractilen Inhalts der Primitivbündel, kommt aber zum Theil auch auf Rechnung der contractilen Faserzellen, welche die Arterien- und Venenhäute der Muskeln enthalten.

Lösliche Albuminate sind allerdings zum Theil auf das, in den Gefässen des Muskelgewebes zurückgebliebene Blut und auf den Inhalt der Lymphgefässe zu beziehen, allein wie die Mengenverhältnisse unzweifelhaft ergeben, ist der grösste Theil derselben auf Rechnung der, das Muskelgewebe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit zu setzen; dies gilt namentlich von dem Myosin Kühne's, dessen freiwillige Gerinnung nach dem Tode, die Todtenstarre der Muskeln bedingt.

Die Fette sind zum Theil von den Nerven des Muskels abzuleiten und gilt dieses namentlich von den phosphorhaltigen Fetten (Oleophosphorsäure) und dem Cholesterin, — zum Theil von den Fettzellen, zum Theil aber gehören sie dem Muskelfaden selbst an.

Das Collagen oder die leimgebende Substanz gehört dem Bindegewebe an, wie es als Perimysium, Neurilem, in der äusseren Schicht der Gefässwände und in den Sehnen vorkommt.

Der rothe Farbstoff ist dem Muskelfaden eigenthümlich und bedingt die charakteristische Färbung des Fleisches der Säugethiere. Er ist bei den quergestreiften Muskeln, von intensiverer Färbung wie bei den glatten Muskelfasern und fehlt bei den niederen Vertebraten, deren Fleisch nur schwach geröthet oder ganz blass ist, ganz oder grösstentheils. Das Pigment ist in reinem, angesäuertem und alkalischem Wasser löslich und wird durch Sauerstoff röther, durch Schwefelwasserstoff dunkler gefärbt. Die auf Grund seines Verhaltens von Kölliker zuerst ausgesprochene Vermuthung, es möchte mit dem Blutfarbstoff identisch sein,

wurde von W. Kühne dadurch bestätigt, dass es ihm gelang, im Wasserextract der vollkommen blutfrei gemachten Muskeln der Hunde, Kaninchen und Meerschweinchen, so wie im blutfreien Zwerchfell, Hämoglobin spectralanalytisch durch die charakteristischen Absorptionsstreifen und ihre Veränderungen durch Gase, Säuren, Alkalien, Schwefelammonium u. s. w. nachzuweisen und aus den Extracten Häminkrystalle darzustellen.

Elastin und Keratin stammen vom Epithelium der Gefässe, von den elastischen Fasern des Perimysiums, der Arterien und Venen und wahrscheinlich auch von einem wesentlichen Bestandtheile des Muskelgewebes: vom Sarcolemma. Nach den Untersuchungen von Scherer und Kölliker, besteht das Sarcolemma jedenfalls nicht aus leimgebender Substanz und die mikrochemischen Reactionen sprechen für elastisches Gewebe.

Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure und Milchsäure sind als Producte der regressiven Stoffmetamorphose des Muskelgewebes aufzufassen; dies ist um so unzweifelhafter, weil diese Stoffe in anderen Geweben entweder gar nicht, oder nicht so constant und in solcher Menge vorkommen; Taurin, Sarkin, Xanthin und Harnsäure dagegen finden sich auch in anderen Drüsengeweben; die Harnsäure sogar viel constanter, während sie im Muskelgewebe nur selten beobachtet wurde (Liebig, Schlossberger, Carius und Pagenstecher), so dass es gegenwärtig nicht möglich ist, zu entscheiden, aus welchem Gewebsbestandtheile des Fleisches diese Stoffe stammen. Im Fisch- und Hundefleisch scheint nur Sarkin und kein Xanthin vorzukommen (Almén).

Der Inosit wurde zunächst im Herzmuskel nachgewiesen, später aber auch im Hunde- und Pferdefleisch und in auffallender Menge in den willkürlichen Muskeln von Säufern aufgefunden.

Dextrin wurde bisher nur im Fleische von Pferden und Kaninchen nachgewiesen (Sanson, Cl. Bérnard, Scherer, Limpricht), doch scheint es auch hier nicht constant vorzukommen, denn Limpricht vermisste es bei zwei Pferden, von welchen das eine, einige Stunden vor dem Schlachten gut mit Hafer gefüttert war, dagegen enthielt die Leber des letzteren statt Glykogen reichliche Mengen von Dextrin.

Gährungsfähiger Zucker und zwar wahrscheinlich Traubenzucker, ist nach G. Meissner's Untersuchungen, die später von Winogradoff und J. Ranke bestätigt wurden, ein normaler Bestandtheil der quergestreiften Muskeln des Menschen und anderer Säugethiere (Fleisch- und Pflanzenfressern), der Vögel, Amphibien und Fische. Er findet sich auch in völlig blutfrei gemachten Muskeln, so wie in den Muskeln einzig mit Fleisch gefütterter Thiere und enstammt daher dem Muskelgewebe selbst.

Glykogen kommt in fötalen Muskeln, wie in anderen fötalen Organen constant vor, verschwindet aber häufig schon vor der Geburt, zuweilen aber erst einige Wochen nach derselben (R. Mac-Donnell).

Die flüchtigen Fettsäuren, die man im Fleischsafte nachgewiesen hat, finden sich auch anderweitig im Organismus und können auf so verschiedene Weise entstehen, dass auch ihre Abstammung vorläufig dahingestellt bleiben muss.

Die anorganischen Salze des Fleisches, so wie man sie in der Asche findet, repartiren sich natürlich auf die verschiedenen wesentlichen und accessorischen Gewebsbestandtheile desselben. Der in den wässerigen Auszug übergehende Antheil derselben, gehört aber jedenfalls zum grössten Theile der Ernährungsflüssigkeit des Fleisches an, dafür spricht schon ihre eigenthümliche Vertheilung, welche eine, von der im Blutplasma wesentlich verschiedene ist. Während im Blutplasma die Natronverbindungen vorwiegen, ist in der Muskelflüssigkeit wenig Natron, aber viel Kali enthalten. Während ferner im Blutplasma die alkalischen Basen hauptsächlich an Chlor gebunden sind, ist in der Fleischflüssigkeit sehr viel Phosphorsäure und wenig Chlor vorhanden und erstere Säure zum grössten Theil an Kali gebunden. Endlich ist unter den Verbindungen der Phosphorsäure mit Erden, die phosphorsaure Bittererde über den phosphorsauren Kalk überwiegend. Schwefelsaure Alkalien scheinen in der Fleischflüssigkeit gänzlich zu fehlen.

Von den aufgezählten Stoffen gehören dem Fleischsafte, der durch Extraction des Muskelgewebes mit kaltem Wasser und Auspressen gewonnenen Flüssigkeit an:

Albumin, Myosin, Taurin, Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Xanthin, Dextrin, Zucker, Inosit, Harnsäure, Milchsäure, Inosinsäure, Salze der flüchtigen Fettsäuren, Chlorverbindungen, saure phosphorsaure Alkalien, ausserdem das Pigment.

Ueber die Beziehungen der Gase zum Muskelgewebe vgl. weiter unten (allgemeiner Gaswechsel).

Allgemeines chemisches Verhalten der quergestreiften Muskeln.

Das mikrochemische Verhalten der quergestreiften Muskelfasern, giebt einige Aufschlüsse, über die Natur der einzelnen morphologischen Bestandtheile der Primitivbündel und kann daher nicht wohl übergangen werden.

Mikrochemische Reactionen.

Verdünnte Essigsäure und verdünnte Mineralsäuren machen die Primitivbündel aufquellen und erblassen, die Querstreifung wird deutlicher, die Kerne erscheinen in die Länge gezogen, das Sarkolemma bleibt aber unverändert. Auch concentrirte Essigsäure bewirkt keine Veränderung des Sarkolemmas.

Concentrirte Salzsäure oder wenig verdünnte Schwefelsäure verwandelt nicht allzugrosse Fleischstücke, nach kurzer Zeit in

eine schleimige Masse, wobei die Primitivbündel in ziemlich kurze Parallelepipeda mit deutlicher Querstreifung zerfallen; ähnlich verhält sich concentrirte Salpetersäure.

In einem Gemisch von salpetersaurem und salpetrigsaurem Quecksilberoxydul, nehmen die Muskelfasern eine purpurrothe Färbung an, die Primitivbündel sind in blass-blaurothe Parallelepipeda gespalten, das Sarkolemma aber bleibt ungefärbt. Die Querstreifung wird dabei aufs Schärfste sichtbar, während durch die Einwirkung von Salpeterlösung die Längsstreifung besonders deutlich wird.

Verdünnte Natronlauge verwandelt den Muskelcylinder in eine schleimige Masse, allein das im Querdurchmesser contrahirte Sarkolemma bleibt noch sichtbar; aus demselben sieht man unter dem Mikroskop eine gallertige Masse hervortreten.

Jodwasser färbt die Primitivbündel intensiv gelb und lässt die Längsstreifen besonders deutlich hervortreten.

Deutung derselben.

Aus diesen mikrochemischen Reactionen ergiebt sich zunächst, dass der contractile Inhalt der Primitivbündel, das Sarkolemma und die Substanz der Kerne, chemisch different sind. Entscheidenden Aufschluss über die chemische Natur dieser morphologischen Elemente geben sie aber nicht und es kann ein solcher von, unter dem Mikroskop angestellten Reactionen auch nicht erwartet werden. Die Unlöslichkeit des Sarkolemmas in Säuren und Alkalien, wodurch es auch seine Elasticität nicht einbüsst, sowie seine Unlöslichkeit auch in kochendem Wasser, schliessen die Möglichkeit, dass es aus Bindegewebe bestehe, aus und machen es vielmehr sehr wahrscheinlich, dass es elastisches Gewebe ist.

Die chemische Natur der Substanz der Kerne ist noch vollkommen unaufgeklärt. Durch verdünnte Alkalien wird sie etwas langsamer aufgelöst, wie der contractile Inhalt der Muskelcylinder; von Säuren, auch von Essigsäure, wird sie allmählich gelöst.

Dass der contractile Inhalt endlich im Wesentlichen aus Syntonin besteht, ergiebt sich daraus, dass bei der Behandlung gereinigter Muskelfasern, im Grossen, wie unter dem Mikroskop mit höchst verdünnter Salzsäure, die Sarkolemmaröhren sich allmählich entleeren, während die Lösung Syntonin enthält. Bezüglich der Ansicht Kühne's, Syntonin sei geronnenes Myosin und demnach eine Leichenerscheinung, vgl. S. 127 und weiter unten.

Wasserauszug des Muskelgewebes.

Reaction des Muskelsaftes.

Wird möglichst fettarmes Fleisch sehr fein geschnitten, mit Wasser wiederholt angerührt und mit Wasser vollständig erschöpft, so erhält man eine gewöhnlich weisslich getrübte, sauer reagirende Flüssigkeit; diese saure Reaction aber kommt dem lebenden und ruhenden Muskel nicht zu, denn dieser reagirt entweder neutral, oder schwach alkalisch; dieselbe ist aber auch nicht ein ausschliessliches Attribut des todtenstarren Muskels, denn einerseits kann man künstliche Gerinnung des Syntonins

hervorrufen, ohne dass dabei die Bildung freier Säure beobachtet wird und andererseits hat man gefunden, dass die Muskeln auch während des Lebens, in Folge oft wiederholter Contractionen, demnach bei energischer physiologischer Thätigkeit, saure Reaction erlangen (Dubois-Reymond).

Liebig's Methode der Analyse des Fleischsaftes.

Wird der wässerige Auszug des Fleisches von Säugethieren aufgekocht, so scheidet sich eine so grosse Menge, durch Farbstoff braun gefärbten Albumins ab, dass das Ganze breiartig wird. Entfernt man das coagulirte Albumin durch Coliren, so erhält man eine sauer reagirende, wenig oder röthlich gefärbte Fleischbrühe, die, über freiem Feuer concentrirt, sich allmählich dunkel färbt und endlich einen braunen, bratenartig riechenden Syrup hinterlässt. Setzt man dem Auszuge eine concentrirte Lösung von Aetzbaryt zu, so erhält man einen Niederschlag, der phosphorsauren Baryt, phosphorsaure Bittererde und geringe Mengen von schwefelsaurem Baryt enthält und möglicherweise auch Sarkin enthalten kann. Wird das Filtrat von diesem Niederschlage, vorsichtig im Wasserbade zur dünnen Syrupsconsistenz abgedampft, so scheiden sich während des Abdampfens schleimige Häute ab, die neben einer caseïnähnlichen Substanz auch kohlensauren Baryt (entstanden durch Einwirkung der Kohlensäure der Luft auf den aufgelösten Baryt) und zuweilen Sarkin enthalten. Das zur Syrupdicke abgedampfte Filtrat giebt bei längerem Stehen Krystalle von Kreatin. Die Mutterlauge von dem zuerst angeschossenen Kreatin, scheidet beim Pferdefleisch weiter eingedampft, häutige und gallertige Massen ab, die aus unreinem Dextrin bestehen; durch Versetzen des Filtrats mit absolutem Alkohol werden noch weitere Mengen davon gefällt. Die zuerst sich abscheidenden häutigen Massen enthalten neben Dextrin, einen amidartigen krystallisirbaren Körper.

Trennt man die Kreatinkrystalle von der Flüssigkeit, dampft letztere noch etwas weiter ein und versetzt sie allmählich mit kleinen Partien Alkohol, bis milchige Trübung eintritt, so setzen sich aus dieser Mischung nach einigen Tagen gelbe oder weisse, körnige, blättrige, oder nadelförmige Krystalle ab, welche aus einem Gemenge von vielerlei Stoffen bestehen, worunter Kreatin und inosinsaures Kali, oder auch wohl inosinsaurer Baryt. War der Zusatz von Baryt gerade hinreichend, um die Phosphorsäure auszufällen, so enthalten die Krystalle inosinsaures Kali, war Baryt überschüssig, so bestehen sie aus inosinsaurem Baryt, oder aus einem Gemenge beider Salze.

Versetzt man die, über dem Absatze stehende und davon getrennte Flüssigkeit mit neuen Portionen Alkohol, so erfolgt gewöhnlich eine Scheidung in zwei Schichten: eine untere dicke syrupartige und eine obere leichtere. Die untere Schicht kann in der Kälte Krystalle von Chlorkalium absetzen. Giesst man die leichtere Schicht ab und versetzt die schwerere, mit ihrem gleichen Volumen gewöhnlichen Aethers, wobei eine milchige Trübung und in der Ruhe eine neue Scheidung eintritt, so enthält die untere schwerere Schicht milchsaures Alkali, Inosit und möglicherweise Salze der flüchtigen Fettsäuren, während in der

leichteren Kreatinin enthalten ist. Dampft man die äther- und alkoholhaltige Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz ab und lässt stehen, so kann der Rückstand allmählich zu feinen blättrigen Krystallen erstarren, die Kreatin und Kreatinin enthalten. Das Kreatin scheidet sich aus der siedendheiss bereiteten alkoholischen Lösung dieser Krystalle, sogleich nach dem Erkalten aus, während aus der Mutterlauge das Kreatinin krystallisirt.

Darstellung der flüchtigen Fettsäuren und des Inosits aus Fleisch nach Scherer.

Wird die syrupdicke schwere Schicht mit der Mutterlauge des Kreatins und Kreatinins vereinigt, sämmtlicher noch vorhandener Baryt durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure ausgefällt und das Filtrat bei gelinder Wärme destillirt, so enthält das Filtrat flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure; schüttelt man den Destillationsrückstand mit Aether, dampft die ätherische Lösung zur Syrupsconsistenz ab, behandelt abermals mit einer Mischung von Alkohol und Aether, entfernt den Aether durch Verdunstung und vermischt den Rückstand mit Kalkmilch bis zur stark alkalischen Reaction unter Erwärmen, so scheidet sich aus dem Filtrat allmählich milchsaurer Kalk aus.

Versetzt man den, durch Schütteln mit Aether von der Milchsäure etc. befreiten Destillationsrückstand, allmählich mit so viel starkem Weingeist, bis sich die Flüssigkeit trübt und lässt ruhig stehen, so krystallisirt allmählig fast sämmtliches Kali an Schwefelsäure gebunden heraus. Versetzt man mit neuen Mengen Alkohol, so krystallisirt Inosit, wenn selber zugegen ist (Scherer). Auch kann man die Flüssigkeit, aus der der Inosit abgeschieden werden soll, kochend mit Alkohol versetzen; entsteht hierbei ein starker, am Boden des Glases haftender Niederschlag, so giesst man nur die heisse alkoholische Lösung ab, entsteht aber eine flockige, nicht klebende Fällung, so filtrirt man sie ab. Aus dem Filtrat scheidet sich der Inosit aus (Cooper-Lane).

Darstellung des Sarkins aus Fleisch nach Strecker.

Verdünnt man die Mutterlauge des Kreatins mit Wasser und erhitzt, nach Zusatz einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd zum Kochen, so erhält man einen mehr oder minder bedeutenden Niederschlag; wird derselbe mit kochendem Wasser ausgewaschen, hierauf in Wasser vertheilt, Schwefelwasserstoff eingeleitet, zum Kochen erhitzt und von dem gebildeten Schwefelkupfer abfiltrirt, so erhält man eine gelb oder gelblich gefärbte Lösung von Sarkin, woraus es beim Erkalten, vollständiger beim Verdunsten theils in Flocken, theils als am Glase haftender Ueberzug erhalten wird (Strecker).

Darstellung des Sarkins und Xanthins aus Fleisch nach Städeler.

Wird Fleisch fein zerhackt, mit Weingeist zu einem dünnen Brei angerührt, erwärmt, die Flüssigkeit abgepresst, der Rückstand hierauf einige Stunden mit Wasser von 50° C. digerirt und die abgepresste Flüssigkeit mit der, früher erhaltenen weingeistigen vereinigt, hierauf von den vermischten Auszügen der Weingeist abdestillirt und das eingeengte Filtrat mit Bleizucker versetzt, so erhält man einen Niederschlag und im

Filtrate von diesem, durch Bleiessig abermals einen Niederschlag. Das Filtrat von Bleiessigniederschlag giebt, mit essigsaurem Quecksilberoxyd vermischt, abermals einen starken gelblichen Niederschlag. Der Bleiessigniederschlag, sowie der durch essigsaures Quecksilberoxyd entstandene Niederschlag enthalten Xanthin, ersterer aber ausserdem noch Harnsäure und Inosit, letzterer Sarkin, Kreatin und Kreatinin. Wird der Bleiessigniederschlag in Wasser suspendirt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt, so giebt die Flüssigkeit beim Verdampfen vorhandene Harnsäure, Xanthin und Inosit.

Der Quecksilberniederschlag auf dieselbe Weise behandelt, scheidet beim Abdampfen des Filtrats von Schwefelquecksilber, Xanthin und Sarkin aus. Die von der ersten Abscheidung des Xanthins und Sarkins abfiltrirte salzsäurehaltige Lauge, verdampft und mit Alkohol ausgezogen, liefert salzsaures Kreatinin, während das in Alkohol Unlösliche hauptsächlich aus Sarkin besteht. Das Filtrat vom Quecksilber-Niederschlage enthält Kreatin (Städeler). Behandelt man das ausgeschiedene Gemenge von Xanthin und Sarkin mit verdünnter Salzsäure, so geht das Sarkin in Lösung, das Xanthin bleibt grösstentheils ungelöst (Scherer).

Abscheidung des Kreatins, nach Städeler's Methode.

Wird zerhacktes und mit grobem Glaspulver zerriebenes Fleisch mit Weingeist angerührt, gelinde erwärmt, ausgepresst, der Weingeist abdestillirt, der Rückstand mit Bleiessig gefällt, das Filtrat mit Schwefelwasserstoff entbleit und das Filtrat zur Syrupsconsistenz verdunstet, so erhält man eine Krystallisation von Kreatin (Städeler).

Darstellung der Protsäure etc. aus Fischfleisch nach Limpricht.

Das Extract von Fischfleisch, durch Aufkochen von Albumin befreit, mit Barytwasser ausgefällt und durch vorsichtigen Zusatz von Schwefelsäure von Baryt getrennt, liefert ein Filtrat, welches im Wasserbade abgedampft, eine Krystallisation von Kreatin giebt; die Mutterlauge davon erstarrt auf vorsichtigen Zusatz einer Säure, durch Ausscheidung eines flockigen weissen Niederschlages: Protsäure. Wird die von diesem Niederschlage getrennte und durch Eindampfen wieder concentrirte Flüssigkeit, mit absolutem Alkohol vermischt, so fallen zuerst schwefelsaure Salze heraus, nach ihrer Entfernung krystallisirt Taurin. Gelöst bleiben Milchsäure, Sarkin und bedeutende Mengen von salzsaurem Kreatin (Limpricht).

Gewinnung des Syntonins.

Wird mit Wasser vollständig erschöpftes Fleisch mit Wasser angerührt, dem $^1/_{100}$ Salzsäure zugesetzt ist und werden die filtrirten Auszüge mit einem Alkali neutralisirt, so erhält man eine anfangs nur opalisirende Gallerte, so dass die ganze Flüssigkeit wie frisch erstarrter Leim zittert, allmählich aber setzt sich das Syntonin in weissen noch halbdurchscheinenden Flocken zu Boden.

Darstellung des Myosins nach Kühne.

Lässt man Froschmuskeln bei — 7° bis — 10° C. gefrieren, zerschneidet sie dann in Scheiben und zerreibt sie in einer erkälteten Reib-

schale, so thaut die Masse bei — 3° C. zu einer trüben, alkalisch reagirenden Flüssigkeit auf, von der ein Tropfen, in Wasser von 0° gebracht, sogleich zu einer weissen Kugel gerinnt; im warmen Zimmer gesteht die ganze Flüssigkeit zu einer festen leimartigen Masse (Myosingerinnsel), welche später kleine Flüssigkeitsmengen von deutlich saurer Reaction auspresst (W. Kühne).

Darstellung des Fleischzuckers nach Meissner.

Wird das wässerige, eingeengte Extract des Fleisches, nacheinander mit Barytwasser, sodann nach Entfernung des überschüssigen Baryts durch Schwefelsäure, mit Bleizucker, mit Bleiessig und dann mit Bleiessig und Ammoniak ausgefällt, der letzterwähnte Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zerlegt, die saure Lösung zur Entfernung des Sarkins mit essigsaurem Kupferoxyd digerirt und aus dem Filtrat das Kupfer durch Schwefelwasserstoff entfernt, so erhält man eine Flüssigkeit, die, concentrirt und mit dem 6- bis 10-fachen Volumen absoluten Alkohols vermischt, ein Filtrat liefert, aus welchem sich auf Zusatz ganz concentrirter Kalilauge Zucker-Kali ausscheidet, aus welchem nach der Fällung des Kalis mit Weinsäure und Alkohol, der Zucker als Syrup erhalten wird, der allmählich krystallisirt (G. Meissner).

Muskelsubstanz, so lange sie noch lebt, d. h. so lange sie auf galvanische Reize sich noch contrahirt, absorbirt Sauerstoff und exhalirt Kohlensäure und zwar um so mehr, je häufigere Contractionen stattgefunden haben (Georg Liebig, Matteucci, Valentin).

Quantitative Zusammensetzung des Fleisches.

Quantitative Verhältnisse.

Das Fleisch ist ein Gemenge verschiedener Gewebe, in sehr variablen Verhältnissen, und das Wesentliche dieser Gewebe: das Gewebe der quergestreiften Muskelfasern, anatomisch scharf zu isoliren, ist bisher nicht gelungen. Eine quantitative Analyse des ganzen Fleisches, eine Gewichtsbestimmung seiner chemischen Bestandtheile, kann deshalb nicht darauf Anspruch machen, ein Bild der Zusammensetzung des Fleisches ein- für allemal zu geben, eine solche ist vielmehr immer nur der Ausdruck des vorliegenden Einzelfalles. Es versteht sich ohne Weiteres, dass dadurch der Werth derartiger Analysen sehr geschmälert wird und zwar um so mehr, je schwieriger es ist, auch nur annähernd gleiche Bedingungen herzustellen. Zwar hat man das Fleisch vor der Analyse möglichst gereinigt, präparirt und insbesondere das Fett beseitigt, allein eine mechanische Präparation kann der Natur der Sache nach den Zweck nur annäherungsweise erreichen. Zu alle dem kommt, dass uns sehr scharfe analytische Methoden zur Trennung der wesentlicheren Fleichbestandtheile nicht zu Gebote stehen und gerade für die chemisch am besten individualisirten Stoffe, Kreatin u. s. w., hat dieser Umstand die unbeschränkteste Geltung.

Grössere Reihen von **Fleischanalysen** und zwar des Fleisches verschiedener Thiere, wurden von **Schlossberger** und von v. **Bibra** angestellt. Es wurde bei diesen Analysen nur der Gehalt an Wasser, festen Stoffen, löslichen Albuminaten, Fett, Glutin, an Wasserextract und Weingeistextract bestimmt. Wir stellen einige dieser Analysen tabellarisch zusammen (s. S. 621), namentlich um zu zeigen, wie gross trotz Allem die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Fleisches sehr verschiedener Thiere ist, wenn man von dem natürlich sehr verschiedenen Fettgehalte absieht. Ganz unentschieden bleibt es, woher der verschiedene Geschmack des Fleisches verschiedener Thiere rührt; der Stoff, der ihn verursacht, ist jedenfalls nur in geringer Menge zugegen und vorläufig nicht bekannt.

Limpricht fand im Fleische der Plötzen (*Leuciscus rutilus*) in 1000 Thln.:

	I.	II.
Wasser	778,9	781,8
Trockensubstanz	221,1	218,2
Albumin	28,5	30,1
Kreatin	1,1	—
Protsäure	7,0	6,9
Milchsäure	0,6	—
Taurin	1,1	—
Anorganische Salze . . .	13,5	—
In Wasser löslich . . .	7,6	—
In Wasser unlöslich . . .	5,9	—

Ueber die **Gewichtsverhältnisse des Kreatins** liegen ausserdem nur wenige, über die der übrigen Bestandtheile des Fleischsaftes (Inosinsäure, Xanthin, Sarkin) gar keine genaueren Beobachtungen vor.

Liebig fand in 1000 Theilen	Hühnerfleisch	3,5	Kreatin
	Magerem Pferdefleisch	0,7	„
Gregory „ „ „ „	Hühnerfleisch	3,2	„
	Ochsenherz	1,4	„
	Taubenfleisch	0,8	„
	Stockfisch	1,7	„
	Rochen	0,6	„
Städeler „ „ „ „	Ochsenfleisch	0,6	„
Derselbe Chemiker fand in 1000 Theilen	Hundefleisch	0,25	Sarkin u. Xanthin
	Ochsenfleisch	0,15	„ „ „

Quantitative Analyse des Fleisches.

In 1000 Theilen	Fleisch verschiedener Thiere													
	Ochsenfleisch.		Kalbfleisch.		Rehfleisch.		Schweinefleisch.	Menschenfleisch.	Taubenfleisch.	Hühnerfleisch.	Wilde Ente.	Teichforelle.	Karpfen.	Froschfleisch.
	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	Schlossberger	v. Bibra	Schlossberger	v. Bibra	v. Bibra
Wasser	775,0	776,0	782,0	780,6	783,0	746,3	783,0	744,5	760	773	717,6	805	797,8	804,3
Feste Stoffe	225,0	224,0	218,0	219,4	217,0	253,7	217,0	255,5	240	227	282,4	195	202,2	195,7
Lösliches Albumin	22,0 (mit Farbstoff)	19,9	26,0	12,9	23,0	19,4	24,0	19,3	45	30	26,8	44 (mit Farbstoff)	23,5	18,6
Farbstoff												—	—	—
Glutin	13,0	19,8	16,0	44,2	28,0 (mit Weingeistextract)	5,0	8,0	20,7	15	12	12,3	22	19,8	24,8
Weingeistextract	15,0	30,0	14,0	12,9		47,5	17,0	37,1	10	14	41,2	16	34,7	34,6
Fett	—	—	—	—	—	13,0	—	23,0	—	—	25,3	—	11,1	1,0
Muskelfaser, Gefässe etc.	175,0	154,3	162	149,4	180,0	168,1	168,1	155,4	170	165	176,8	111	113,1	116,7

Quantitative Zusammensetzung der Fleischasche.

Quantitative Verhältnisse der anorganischen Fleischbestandtheile. — Schon Chevreul machte auf den Salzreichthum des Muskelsaftes aufmerksam und berechnete, dass beim Ochsen diese Salze ein Viertel aller, beim Kochen des Fleisches an das Wasser gehenden Bestandtheile ausmachen. Er fand in der Asche der Fleischbrühe 81 Proc. in Wasser lösliche Salze, Angaben, die durch die neueren Untersuchungen von Liebig und Anderen, sich als durchaus richtig herausstellten, und wie Liebig gezeigt hat, für die physiologisch-diätetische Bedeutung des Fleisches und der Fleischbrühe von grösster Bedeutung sind.

Durch eine Reihe sehr genauer Analysen der Fleischasche, die wir unten mittheilen, hat sich ergeben, dass die löslichen Salze des Fleisches, ganz vorzugsweise aus phosphorsauren Alkalien bestehen und die Chlorverbindungen darin so sehr zurücktreten, dass man sie nach dem Vorgange Liebig's, auf den Gehalt des Fleisches an Blut und Lymphe zurückführen kann. Ebenso merkwürdig ist es, dass, während im Blute und namentlich im Blutserum, die Natronverbindungen vorwiegen, im Fleische nur sehr geringe Mengen von Natron vorkommen, wenn man vom Chlornatrium absieht, manchmal sogar keines. Nach den Untersuchungen von Liebig und Henneberg kommen:

Auf 100 Theile Natron:	Kali im Blut	Kali im Fleisch
beim Huhn	40,8	381
„ Ochsen	5,9	279
„ Pferde	9,5	285
„ Fuchs	—	214
„ Hecht	—	497

Die phosphorsauren Alkalien der Fleischasche sind theils drei-, theils zweibasische, beim Huhn theils ein- und theils zweibasische; aus allen Beobachtungen geht jedenfalls so viel hervor, dass im Fleischsafte saure phosphorsaure Alkalien vorhanden sind. Dies erklärt, warum in der Fleischbrühe auch Erdphosphate gelöst sind, was freilich auch zum Theil durch die freie Milchsäure bewirkt sein könnte.

Wir theilen in Nachstehendem einige Analysen der Gesammtasche des Fleisches mit:

Fleischasche verschiedener Thiere.

<table>
<tr><th>In 100 Theilen Asche</th><th>Weber Pferdefleisch</th><th>Stölzel Ochsenfleisch</th><th>Staffel Kalbfleisch</th><th>Echevarria Schweinefleisch</th><th>Zedeler Stockfischfleisch</th></tr>
<tr><td>Kali</td><td>39,40</td><td>35,94</td><td>34,40</td><td>37,79</td><td>3,70</td></tr>
<tr><td>Natron</td><td>4,86</td><td>—</td><td>2,35</td><td>4,02</td><td>4,26</td></tr>
<tr><td>Magnesia</td><td>3,88</td><td>3,31</td><td>1,45</td><td>4,81</td><td>3,27</td></tr>
<tr><td>Kalk</td><td>1,80</td><td>1,73</td><td>1,99</td><td>7,54</td><td>40,22</td></tr>
<tr><td>Kalium</td><td>—</td><td>5,36</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Natrium</td><td rowspan="2">1,47</td><td>—</td><td rowspan="2">10,59</td><td>0,40</td><td rowspan="2">15,11</td></tr>
<tr><td>Chlor</td><td>4,86</td><td>0,62</td></tr>
<tr><td>Eisenoxyd</td><td>1,00</td><td>0,98</td><td>0,27</td><td>0,35</td><td>0,54</td></tr>
<tr><td>Phosphorsaures Eisenoxyd</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Phosphorsäure</td><td>46,74</td><td>34,36</td><td>48,13</td><td>44,47</td><td>16,78</td></tr>
<tr><td>Schwefelsäure</td><td>0,30</td><td>3,37</td><td>—</td><td>—</td><td>1,64</td></tr>
<tr><td>Kieselsäure</td><td>—</td><td>2,07</td><td>0,81</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Kohlensäure</td><td>—</td><td>8,02</td><td>—</td><td>—</td><td>13,56</td></tr>
</table>

Aus diesen Analysen ergeben sich sehr bemerkbare Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche des Fleisches verschiedener Thiere. Das Kalbfleisch, wenn man von dem Kochsalzgehalte absieht, ist ärmer an Alkalien wie das Ochsenfleisch und ärmer an Eisenoxyd, dagegen enthält es bedeutend mehr Phosphorsäure, als zur Hervorbringung eines alkalischen Salzes dieser Säure nöthig ist. Die so beträchtlich abweichenden Zahlen für das Stockfischfleisch, finden ihre Erklärung in der Behandlung desselben; es bezieht sich nämlich die Analyse auf mit Kalkwasser gewässerten und ausgelaugten Stockfisch; durch diese Behandlung wird natürlich ein grosser Theil der löslichen Salze entfernt, während in dem Wässern mit Kalkwasser, der hohe Kalkgehalt seine genügende Erklärung findet. Der Instinct hat in dieser Behandlung das von der Wissenschaft gebotene Mittel gefunden, um einen Theil der Phosphorsäure wenigstens in der Form von Knochenerde in der Speise zu behalten.

Um das Verhältniss kennen zu lernen, in welchem, bei der Bereitung der Fleischbrühe beim Sieden des Fleisches, dem letzteren die löslichen Salze entzogen werden, wurden von Keller in Liebig's Laboratorium quantitative Analysen der Asche der Fleischbrühe und des unlöslichen Fleischrückstandes angestellt. Dabei wurde beobachtet, dass von der Asche des ganzen Fleisches 82 Proc. auf die Fleischbrühe

kamen, dass mithin durch Kochen mit Wasser 4/5 aller Salze des Ochsenfleisches ausgezogen werden können.

Vertheilung der Salze auf Fleischbrühe und Rückstand beim Kochen des Fleisches.

Diese Verhältnisse macht nachstehende, nach Keller's Analysen entworfene Tabelle übersichtlich.

Bestandtheile	Fleischbrühe In 100 Theilen Asche		Fleischrückstand. In 100 Theilen Asche	
	lösl. Salze	unlösl. Salze (in der Kohle bleibend)	lösl. Salze	unlösl. Salze (in der Kohle bleibend)
Kali	34,18	4,69	6,76	20,13
Phosphorsäure	23,55	2,72	5,92	32,48
Chlorkalium	17,23	0,80	—	—
Schwefelsaures Kali	6,99	0,83	—	—
Phosphorsaure Erden und Eisenoxyd	—	9,39	0,91	33,28
	81,95	18,43	13,59	85,89

Berechnet man mit Keller für die Zusammensetzung der ganzen Fleischasche folgende Zahlen:

Phosphorsäure	36,60
Kali	40,20
Erden und Eisenoxyd	5,69
Schwefelsäure	2,95
Chlorkalium	14,81
	100,25

so gehen davon beim Kochen des Fleisches

	in die Fleischbrühe	es bleiben im Fleische
Phosphorsäure	26,24	10,36
Kali	35,42	4,78
Erden und Eisen	3,15	2,54
Schwefelsäure	2,95	—
Chlorkalium	14,81	—
	82,57	17,68

Diese Verhältnisse erklären zur Genüge, warum gekochtes Fleisch ohne die Brühe, nicht den ganzen Ernährungswerth des Fleisches repräsentiren kann. Durch den Mangel an Salzen wird die Fähigkeit des gekochten Fleisches, eine Veränderung im Körper zu erleiden, nicht aufgehoben, aber seine Hauptbestandtheile (Fleischfibrin und Albumin) können aus Mangel an den nöthigen Vermittlern nicht mehr vollständig Blut erzeugen (Liebig). Das ausgekochte Fleisch enthält in seiner

Asche über 17 Proc. Phosphorsäure mehr, als zur Hervorbringung von alkalischen Salzen dieser Säure, wie sie das Blut verlangt, erforderlich ist (Liebig).

Die Abnahme des Ernährungswerthes des eingesalzenen Fleisches erklärt sich aus ganz ähnlichen Verhältnissen. Das frische Fleisch enthält, wie uns bereits bekannt ist, über $^3/_4$ seines Gewichtes an Wasser, aber das Vermögen des Fleisches, salzhaltiges Wasser zurückzuhalten, ist weit geringer; daher kommt es, dass frisches Fleisch in Berührung mit Kochsalz, indem das Wasser desselben allmählich zu Salzwasser wird, Wasser ausfliessen lässt; dieses austretende Wasser aber: die Salzlake, enthält einen beträchtlichen Theil der wirksamen organischen und anorganischen Bestandtheile des Fleisches, es enthält von letzteren namentlich phosphorsaures Kali, welches demnach dem Fleische entzogen wird und durch das Kochsalz des eingesalzenen Fleisches natürlich nicht ersetzt wird. Dieser Uebelstand wird zwar durch das neuerdings von Lignac vorgeschlagene Verfahren, wobei das Salz nicht von aussen eingerieben, sondern durch eine Sonde von innen als concentrirte Lösung eingespritzt und dann das Fleisch erst einige Tage in Salzlake gelegt wird, verringert aber nicht gänzlich beseitigt. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse dienen nachfolgende Zahlen:

Asche von ungesalzenem und von eingesalzenem Fleisch.

In 100 Theilen Asche	Schweinefleisch		Ochsenfleisch	
	ungesalzen. Echevarria	Schinken. Thiel	ungesalzen. Stölzel	gesalzen. Thiel
Kali	37,79	5,30	35,94	24,70
Natron	4,02	—	—	—
Magnesia	4,81	0,54	3,31	1,90
Kalk	7,54	0,41	1,73	0,73
Kalium	—	1,25	5,36	—
Natrium	0,40	34,06	—	16,82
Chlor	0,62	53,72	4,86	25,95
Eisenoxyd	0,35	—	0,98	—
Phosphors. Eisenoxyd	-	0,10	—	1,04
Phosphorsäure	44,47	4,71	34,36	21,41
Schwefelsäure	—	0,12	3,37	0,62
Kieselsäure	—	—	2,07	0,20
Kohlensäure	—	—	8,02	—

Menge der Gesammtasche.

Bestimmungen des Gesammtaschengehalts des bei 100° C. getrockneten Fleisches verschiedener Thiere wurden von v. Bibra angestellt. Er fand:

Mensch	4 Procent
Hase	4 „
Reh	4 „
Vögel	4 bis 7 Procent
Fische	4 „ 7 „

Physiologische Verschiedenheiten.

Zusammensetzungsänderungen des Fleisches durch physiologische und pathologische Verhältnisse. Von physiologischen Verhältnissen üben auf die chemischen Verhältnisse des Muskelgewebes, einen mehr oder weniger hervorragenden Einfluss aus: Art, Alter und Geschlecht der Thiere, Leistungsfähigkeit des Muskels, Ruhe und Bewegung, Zustand der Ernährung.

Thiergattung.

Die Thiergattung äussert zunächst auf den Wasser- und Kreatingehalt der Muskeln Einfluss. Aus den vorhandenen Bestimmungen ergiebt sich, dass das Fleisch der Fische, Amphibien und der Wirbellosen wasserreicher ist, als jenes der Säugethiere und Vögel. Bezüglich des Kreatingehaltes hat Liebig gefunden, dass das Fleisch derjenigen Thiere, welche die meiste Muskelarbeit, im Verhältnisse zu ihrer Muskelmasse leisten, auch das an Kreatin reichste ist und umgekehrt, so wie, dass der Kreatingehalt der Muskeln eines Thieres im umgekehrten Verhältnisse zu dem Fettgehalte, oder zu den Ursachen stehe, welche Ablagerung des Fettes bedingen. Der hohe Kreatingehalt des Fleisches des Wildes, der niedere des Ochsenfleisches erklärt sich hieraus zur Genüge.

Bezüglich des Muskelfaserstoffs oder Syntonins hat Liebig darauf aufmerksam gemacht, dass sich bei einigen Thieren (Huhn, Rind), beinahe die ganze Faser in salzsäurehaltigem Wasser löst, während bei anderen, z. B. dem Kalbe, nur ein geringer Theil derselben in Lösung geht. Lehmann versucht diesen Umstand durch die Annahme zu erklären, dass bei dem jungen Thiere zwar dieselbe Menge von Sarkolemma und accessorischen Gewebstheilen sich vorfinde, wie beim erwachsenen, die Muskelröhren aber dünner und ärmer an Füllung seien.

Der Fettgehalt des Fleisches zeigt ausserordentliche Differenzen zwar bei verschiedenen Thieren, aber auch bei einer und derselben Thierspecies, so dass sich allgemeine Schlüsse nicht wohl ziehen lassen. Nach den Untersuchungen von Valenciennes und Frémy würde sich neben Oleïn, Palmitin und Stearin, im Fett des Fleisches auch Oleophosphorsäure vorfinden und zwar würde diese Fettsäure in verschiedenen Thierclassen in sehr wechselnder Menge enthalten sein. Die Fische mit weichem weissen Fleische, wie der Weissfisch, die Scholle und Bütte, enthielten nur sehr wenig davon, während die Fische mit compactem Fleische, wie die Makrele, Forelle und der Lachs, sehr bedeutende Mengen davon führten. Besonders fettreich ist das Fleisch gewisser Fische, so namentlich des Aals.

Ausser diesen Fetten enthalten die gefärbten Muskeln einiger Fische, wie des Lachses und der Lachsforelle, einen eigenthümlichen rothen Farbstoff, der durch Aether ausgezogen werden kann, und nach Valenciennes u. Frémy aus einem Fette besteht, das die Eigenschaften einer schwachen Säure besitzt und in einem neutralen Fette gelöst ist (Lachssäure, Acide salmonique).

Alter der Thiere.

Das Alter der Thiere äussert einen bestimmenden Einfluss auf den Wassergehalt der Thiere; die Muskeln junger Thiere enthalten mehr Wasser, als die älterer; der Wassergehalt der Muskeln nimmt von der Jugend bis zum kräftigen Mannesalter ab, von da bis zum Greisenalter wieder zu; embryonale Muskeln sind ausserdem weicher, weniger gefärbt, durchsichtiger und enthalten Glykogen, welches in diffuser körniger Form in den Sarkolemmcylindern enthalten ist; kurze Zeit nach der Geburt verschwindet es. Nach Valenciennes und Frémy soll die Oleophosphorsäure mit dem Alter im Muskelgewebe zunehmen.

Das Geschlecht macht sich dadurch geltend, dass der Wassergehalt der Muskeln weiblicher Organismen sich durchschnittlich höher stellt, als jener männlicher Thiere. Die Leistungsfähigkeit des Muskels steht ebenfalls in einer bestimmten Beziehung zu seinem Wassergehalte. Sein Wassergehalt ist um so grösser, je grösser die Leistungsfähigkeit, d. h. je angestrengter der Muskel ist. Die Rückenmuskeln enthalten weniger Wasser als die Schenkelmuskeln, der wasserreichste Muskel ist das in fortwährender Arbeitsleistung begriffene Herz (J. Ranke).

Ruhe und Bewegung.

Ruhe und Bewegung. Nachdem bereits Helmholtz ermittelt hatte, dass im bewegten Muskel der Gaswechsel ein energischerer sei, er mehr Wärme entwickle, freie Säure erzeuge und in den, durch elektrische Reizung ermüdeten Muskeln das Alkoholextract vermehrt, das Wasserextract vermindert sei, im Vergleiche zu Muskeln derselben Art, die in Ruhe verblieben waren, hat in neuerer Zeit J. Ranke umfassende Untersuchungen über die physikalischen und chemischen Veränderungen der Muskeln während ihrer Contraction, an verschiedenen Thieren angestellt, wodurch die von Helmholtz und Dubois-Reymond auf diesem Gebiete erlangten Resultate nicht nur bestätigt, sondern mehrere nicht unwichtige neue gewonnen wurden. Die chemischen Veränderungen, welche die Muskelarbeit begleiten und die man als einigermaassen sicher festgestellt betrachten kann, sind nachstehende:

1) Während der Muskelcontraction (Tetanus), findet eine Anhäufung der Zersetzungsproducte der Muskelsubstanz statt, welche aber im lebenden Körper sofort ins Blut übertreten; Folge der Contraction ist daher Vermehrung des Wassers und Verminderung der festen Stoffe im Muskel. Die Vermehrung des Wassergehaltes findet nicht statt bei ausgeschnittenen tetanisirten Muskeln, es findet daher keine Bildung von Wasser während des Tetanus statt, sondern Wasser gelangt durch Diffusion aus dem Blute in den Muskel. Dem entsprechend, fand Ranke auch das Blut tetanisirter Muskeln wasserärmer als das Blut ruhender.

Tetanische Muskeln sind endlich um so wasserreicher, je reicher an festen Stoffen sie vor der Contraction waren.

2) Die Muskelcontraction hat eine Verminderung des Wasserextracts, eine Vermehrung des Weingeistextracts der Muskeln zur Folge (Helmholtz, J. Ranke).

3) Der Albumingehalt des Muskels ist nach dem Tetanus vermindert, sowohl die Gesammtmenge als das lösliche Albumin und der Gesammtstickstoffgehalt.

4) Die Menge des Kreatins wird durch die Arbeitsleistung des Muskels vermehrt (Liebig, Sarokow); die auf Grund ungenügender Versuche ausgesprochene Ansicht von Sarokow, dass während der Muskelarbeit eine theilweise Umwandlung des Kreatins in Kreatinin stattfinde, steht im Widerspruche mit genaueren Beobachtungen von Nawrocki, der wie auch Neubauer, das Vorkommen des Kreatinins in wägbarer Menge in den Muskeln überhaupt in Abrede stellt, ja selbst die Vermehrung des Kreatins während der Muskelarbeit bezweifelt.

5) Bei der Muskelaction findet Bildung von Milchsäure statt. (Der lebende geruhte Muskel reagirt neutral, der lebende tetanisirte, so wie der todtenstarre sauer.) Jeder Muskel besitzt, nach seiner Entfernung aus dem Blutkreislaufe, ein unveränderliches Säurebildungsmaximum, welches proportional seiner Leistungsfähigkeit ist. Durch die Muskelarbeit aber wird das Säurebildungsmaximum herabgesetzt, der tetanisirte Muskel erzeugt weniger Säure als der geruhte (J. Ranke).

6) J. Ranke schliesst aus seinen Versuchen, dass durch den Tetanus eine Vermehrung des Zuckers und des Fettes im Muskel bewirkt werde; bezüglich des erstgenannten Körpers erscheint aber die angewandte analytische Methode so unzulänglich, bezüglich des zweiten die Differenz so gering, dass die Angaben bis auf Weiteres mit Vorsicht aufzunehmen sind. Mit der Anhäufung von Producten der regressiven Muskelmetamorphose im tetanisirten Muskel, steht es offenbar im Zusammenhange, dass Muskeln zu Tode gehetzter Thiere, sowie Muskeln, die vor dem Tode heftigen Contractionen unterlagen, solche endlich, die durch elektrische Reize bis zur Ermüdung angestrengt waren, rascher in Fäulniss übergehen, als solche, die vor dem Tode in Ruhe gewesen waren (Dubois-Reymond).

Schottin hat gefunden, dass der Wassergehalt der Muskeln in einer nahezu unveränderlichen Beziehung zum Wassergehalt des Blutserums steht, durchschnittlich enthält nämlich der Muskel 9,9 Proc. Wasser weniger, als das Blutserum des betreffenden Thieres; aus den von J. Ranke angestellten Beobachtungen ergiebt sich, dass zwischen dem Wassergehalte des Blutes und Muskels, eine ganz bestimmte functionelle Beziehung besteht. Je grösser nämlich die Leistung eines Muskels, desto wasserreicher finden wir ihn nachher, desto wasserärmer oder concentrirter wird aber das Blut.

Hemmungs-vorrichtung des Muskels.

Da der Muskel während des Tetanus, verhältnissmässig nur kleine Bruchtheile der zu physiologischen Zersetzungen disponibeln Stoffmenge zersetzt, so muss eine, mit dem Tetanus sich entwickelnde Hemmungsvorrichtung der Zersetzung und Oxydation der Muskelstoffe existiren. Diese Hemmungsvorrichtung hat J. Ranke in dem gesteigerten Gehalte des tetanisirten Muskels an Stoffen erkannt, die im ruhenden leistungsfähigen Muskel entweder gar nicht, oder nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind. Ranke hat gefunden, dass durch Auswaschen des Blutes der ermüdete Muskel wieder reactionsfähig wird und dass dabei das Blut nicht als solches, sondern nur insofern einen hemmenden Einfluss ausübt, als es die, durch die Muskelaction gebildeten „ermüdenden Stoffe" aufgenommen hat. Im Gegensatze hierzu, ermüden leistungsfähige Muskeln, wenn man sie mit den normalen Muskelzersetzungsproducten (Fleischbrühe) imprägnirt. Auswaschen derselben durch die Lösungen indifferenter Stoffe (Kochsalzlösung von $^1/_2$ Proc. NaCl) hebt die Ermüdung wieder auf. Unter normalen Verhältnissen erfolgt die Erholung dadurch, dass durch die Circulation die ermüdenden Stoffe weggeschwemmt werden.

Ermüdende Stoffe.

Von den, normal im Muskel vorkommenden Zersetzungsproducten der Muskelsubstanz, wirken nur Milchsäure und saures phosphorsaures Kali ermüdend, während sich Kreatin, Zucker und Kohlensäure indifferent verhalten. Durch vorsichtige Neutralisation der injicirten Milchsäure mit kohlensaurem Natron, kann die Leistungsfähigkeit des Muskels wieder hergestellt werden, unter normalen Verhältnissen geschieht dieses jedenfalls durch die, den Muskel umspülenden alkalischen Ernährungsflüssigkeiten. Vorsichtige Neutralisation mit Kreatinin hat dieselbe Wirkung, wie Neutralisation mit kohlensaurem Natron. Endlich sind Milchsäure und saures phosphorsaures Kali, nach den Erfahrungen Ranke's gleichzeitig Muskelreize, sie vermindern die Leistungsfähigkeit, erhöhen aber die Nervenerregbarkeit. Keinen nachweisbaren Einfluss auf die Kraft und Erregbarkeit des Muskels, beobachtete J. Ranke von Injectionen von Harnsäure und harnsauren Salzen, während Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure und Ameisensäure in passender Verdünnung und mit 0,7procentiger Kochsalzlösung gemischt, sich im Allgemeinen analog der Milchsäure verhielten. Nicht direct auf den Muskel wirken fernerhin Harnstoff und Hippursäure, wohl aber machen sie die Reflexe verschwinden; die Hippursäure scheint ausserdem eine lähmende Wirkung auf das Herz auszuüben. Direct lähmend und die Leistungsfähigkeit des Muskels vernichtend wirken endlich Chlorkalium und Kalisalze (Podcapaew, Guttmann), gallensaure Salze, kohlensaures Natron und Kreatinin, letztere aber nur allmählich.

Ranke fand, dass die muskelermüdenden Stoffe: Milchsäure und saures phosphorsaures Kali, die elektromotorische Kraft der Muskeln stark herabsetzen, ja ganz vernichten können, während das Auswaschen dieser Stoffe aus dem Muskel durch Kochsalzlösung von 0,7 Proc., die elektromotorische Kraft wieder herstellt. Die für die Arbeitsleistung des

Muskels indifferenten Stoffe sind auch ohne Einwirkung auf die elektromotorische Kraft, dagegen vernichten jene Stoffe, welche lähmend wirken, auch den Muskelstrom. In diesem Verhalten sieht Ranke den Grund der ermüdenden und lähmenden Wirkung der oben angeführten Stoffe, indem er voraussetzt, dass die im Muskel kreisenden elektrischen Ströme, die Grösse und Richtung der in selbem stattfindenden chemischen Stoffänderungen wesentlich beeinflussen. Indem er nun ferner annimmt, dass die Arbeitsleistung des Muskels auf einer Oxydation der Albuminate durch activen Sauerstoff beruhe, glaubt er die Wirkung der ermüdenden Stoffe so erklären zu können, dass sie bei ihrer Anhäufung, den activen Sauerstoff vorweg in Beschlag nehmen und somit die Arbeitsleistung verhindern.

Sczelkow stellte zur Erledigung der Frage, ob während der Muskelthätigkeit flüchtige Fettsäuren verbrannt werden, Versuche an, aus welchen er eine Verminderung derselben im tetanisirten Muskel erschliessen zu dürfen glaubte. Das Resultat dieser, nach einer ganz ungenauen Methode angestellten Beobachtungen ist aber nicht der Art, um irgend etwas zu beweisen.

Zustand der Ernährung.

Zustand der Ernährung. Ernährungsstörungen bedingen Zunahme des Wassergehaltes der Muskeln; bei anhaltenden Ernährungsstörungen, geht dieselbe Hand in Hand mit einer Zunahme des Wassergehaltes des Gehirns und des Rückenmarkes. Damit im Zusammenhange steht es, dass, wie Falck und Scheffer gefunden haben, verdurstende Thiere unter allen Geweben, aus den Muskeln am meisten Wasser verlieren. Bei einem 19jährigen Mädchen, welches in Folge einer Strictur des Oesophagus an Inanition zu Grunde ging, fand O. Schultzen die Muskeln braunroth, trocken, die Querstreifung sehr undeutlich, die Reaction alkalisch. Das Kreatin war nicht nachweisbar, aber viel Kreatinin vorhanden. Ausserdem fand Schultzen Leucin und etwas Harnsäure. Ueber die Verhältnisse des Gaswechsels im Muskel werden wir unter Respiration näher eingehen.

Pathologisch-chemische Veränderungen.

Ueber die pathologisch-chemischen Veränderungen der Muskelsubstanz weiss man noch weniger, als über die physiologischen. Die bedeutendste auf diesem Gebiete ermittelte Thatsache ist die, dass in der Cholera die Muskeln Harnstoff enthalten, der bekanntlich im Muskelgewebe der Säugethiere unter normalen Verhältnissen gänzlich fehlt; er findet sich bei dieser Krankheit, in den Muskeln sogar in reichlicherer Menge als im Blute und anderen Geweben (Buhl u. Voit, v. Bibra). Ausserdem ist in der Cholera der Wassergehalt des Muskels vermindert.

Harnstoff im Muskelgewebe bei der Cholera.

Der Thatsache des Harnstoffgehaltes giebt man die Deutung, dass auch im normalen Stoffwechsel des Muskels Harnstoff erzeugt, aber in der Gesundheit aus dem Gewebe sofort durch das Blut weggeschafft werde; Liebig vermuthet, dass insbesondere der Kochsalzgehalt des gesunden Blutes seine Elimination befördere; in der Cholera aber verliert das Blut

neben vielem Wasser, auch den grössten Theil seines Kochsalzes und dadurch werde die Möglichkeit geboten, dass der Harnstoff sich im Muskelgewebe anhäufen könne. Da in Choleraleichen diejenigen Muskeln vorzüglich reich an Harnstoff sind, welche während der Krankheit von starken Krämpfen befallen waren, so wird es mehr als wahrscheinlich, dass durch die Thätigkeit des Muskels die Harnstofferzeugung wo nicht bedingt, so doch mindestens gesteigert werde. Bibra fand bis zu 0,3 Proc. Harnstoff des getrockneten Muskels.

In einzelnen Gelenkhöhlen und in den Muskeln eines Alligator Sclerops, welcher angeblich erst wenige Tage vorher gestorben war, fanden Pagenstecher u. Carius festweiche, kreideweisse, aus Harnsäure und harnsauren Salzen bestehende Concremente. Das Fleisch des Thieres enthielt Harnsäure, kleine Mengen von Xanthin und Harnstoff, wenig Leucin und ziemlich viel Kreatinin. Dabei ist daran zu erinnern, dass in dem Fleische eines Alligators, welcher der Giessener Anatomie zukam, schon vor vielen Jahren (1849) Harnsäurekrystalle nachgewiesen wurden.

Virchow fand in einem Schinken weisse harte Einsprengungen von ziemlicher Grösse, die in Salzsäure sich ohne Gasentwickelung lösten und die Virchow für Guanin oder einen ähnlichen Körper hielt. Entscheidende Versuche wurden damit nicht angestellt.

Eine andere, in den Bereich der Chemie fallende pathologische Veränderung des Muskelgewebes, ist seine fettige Entartung, welche theils auf übermässiger Fettablagerung in das interstitielle Bindegewebe, theils auf Fettumwandlung oder Resorption der Muskelsubstanz mit Fettansatz beruht. In den fettig entarteten Muskeln eines männlichen Individuums vom Oberschenkel, fand Georg Liebig 49 Proc. Fett des frischen Fleisches. Die Natur der Fette bei fettiger Entartung ist nicht näher ermittelt. In dem von G. Liebig beobachteten Falle blieb das ausgelassene Fett auch nach dem Erkalten flüssig, war also wohl reich an Oleïn.

Ueber den Chemismus der Zubereitung des Fleisches als Nahrungsmittel.

Culinarische Beziehungen.

Das Fleisch, wie es von den Menschen der Culturländer genossen wird, erfährt vorher eine Zubereitung. Je nach der Art der Zubereitung aber, wird ein Nahrungsmittel von sehr verschiedenem Ernährungswerth gewonnen und es unterscheiden sich in dieser Beziehung gesottenes, gebratenes und gedämpftes Fleisch sehr wesentlich.

Gesottenes Fleisch mit der dabei gewonnenen Fleischbrühe, enthält den unverkürzten Nahrungswerth des Gesammtfleisches; ohne die Fleischbrühe aber, nur einen Theil der nahrhaften Fleischbestandtheile und zwar um so weniger, je vollständiger die löslichen Stoffe ausgezogen sind.

Sieden des Fleisches.

Beim Kochen des Fleisches hat das zugegossene Wasser, unterstützt von der Wärme die Wirkung, dass die in dem Fleische enthaltenen löslichen Stoffe mehr oder weniger vollständig ausgelaugt werden. Hierher gehören vorzugsweise die anorganischen Salze des Fleisches und es genügt in der That, einen Blick auf die Analysen der Asche des Fleisches, der Fleischbrühe und des ausgekochten und ausgelaugten Fleisches zu werfen, um zu sehen, dass beim Kochen des Fleisches und Auslaugen desselben, die überwiegende Menge der Salze in die Fleischbrühe geht. Es gehören aber zu den auslaugbaren Stoffen auch Kreatin, Kreatinin, milchsaure und inosinsaure Salze, endlich die leimgebenden Gewebe, die wenigstens nach längerem Kochen sich in Leim verwandeln und dann in Lösung gehen.

Wird, wie dies häufig geschieht, das Fleisch in kaltem Wasser angesetzt und dies erst allmählich zum Sieden gebracht, so verliert das Fleisch die auslaugbaren Stoffe in grosser Menge, indem dieselben in die Fleischbrühe gehen; in diesem Falle wird die Fleischbrühe sehr kräftig und um so kräftiger, je langsamer das Fleisch erwärmt und zum Sieden gebracht wird; in diesem Falle wird, so lange die Temperatur noch nicht 60° C. erreicht hat, auch lösliches Albumin ausgezogen, welches ebenfalls in die Fleischbrühe geht und dem Fleische entzogen wird, welches dadurch natürlich an Nährwerth verliert; ist aber die Temperatur auf 65 bis 70° C. gestiegen, so gerinnt das in der Fleischbrühe gelöste Albumin, welches in der Küche als eine graue Masse abgeschöpft und entfernt wird. Gleichzeitig aber gerinnt auch das noch im Fleische befindliche lösliche Albumin und dadurch wird der weiteren Auslaugung des Fleisches überhaupt, eine Grenze gesetzt. Das Albumin verstopft nämlich von dem Augenblicke seiner Gerinnung an die Wege, durch welche der Saft im Inneren mit dem äusseren Wasser communicirte. Von diesem Zeitpunkte an, kann durch die vom geronnenen Albumin gebildete Hülle kein Wasser, sondern nur noch Wärme in das Innere des Fleisches dringen; sie bewirkt dort, während alles noch vorhandene Flüssige und Gelöste mit der Faser vereinigt bleibt, das Garwerden des Fleisches und, wenn sie richtig wirkt und das Fleisch möglichst rasch zum Kochen gebracht wurde, den Zustand, welchen man saftig nennt. Bei der gewöhnlichen Methode des Fleischsiedens, dauert daher die Auslaugung nur eine Zeit lang und erstreckt sich nur auf eine geringe Tiefe.

Gekochtes Fleisch, wenn es ohne Fleischbrühe genossen wird, eignet sich zur Ernährung um so weniger, mit je mehr Wasser dasselbe angesetzt und je langsamer das Wasser bis zum Gerinnungspunkte des Albumins erwärmt wurde, je vollständiger mit anderen Worten, seine löslichen Bestandtheile ausgelaugt wurden. Je mehr dies der Fall ist, desto fester und ungeniessbarer wird ausserdem das Fleisch, denn die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Fleisches gehen ebenfalls in die Fleischbrühe, so dass völlig ausgelaugtes Fleisch verschiedener Thiere, durch den Geschmack kaum mehr unterschieden werden kann und ausgelaugtes

Kalbfleisch z. B. mit dem Safte von Ochsenfleisch genossen genau den Geschmack des letzteren besitzt.

Die Fleischbrühe.

Die Fleischbrühe enthält ausser den löslichen Bestandtheilen des Fleischsaftes noch Leim, entstanden durch die Umsetzung der leimgebenden Gewebe, geringe Mengen durch Hitze unvollständig gerinnbarer Albuminate (caseïnähnliches Albuminat), nicht näher gekannte riechende und schmeckende Stoffe, Fett und die oben unter Aschenbestandtheile der Fleischbrühe angeführten anorganischen Salze. Chevreul erhielt von 1 Pfund, möglichst von Fett und Knochen befreiten Fleisches, durch Sieden mit Wasser (3 Pfund) durch 5 Stunden eine Fleischbrühe, welche in 1000 Thln. nach Entfernung des Fettes enthielt:

Wasser (mit Spuren flüchtiger Stoffe)	988,6
Feste organische Stoffe im luftleeren Raume getrocknet (Leim, Albuminate, Kreatin etc.)	12,7
Kali, Natron, Kalk, Bittererde, an Chlor, Phosphorsäure etc. gebunden	2,9
	1004,2

Demnach enthält gute Fleischbrühe etwa 1,4 Proc. aufgelöster Stoffe. Nach Versuchen von Liebig lösen sich, wenn man gehacktes Fleisch in kaltem Wasser erschöpft, von 1000 Thln. Ochsenfleisch 60 Thle. auf, wovon 29,5 als Albumin gerinnen und 30,5 gelöst bleiben.

Von 1000 Thln. Hühnerfleisch lösen sich 80 Thle. auf, wovon 47,0 als Albumin gerinnen und 33,0 gelöst bleiben. Im allergünstigsten Falle könnte daher das Wasser aus dem Ochsenfleische 3 Proc. aufnehmen, welche noch durch den Leim (neben etwa 2 Proc. Fettaugen) vermehrt werden, in welchen sich beim Kochen die leimgebenden Gewebe des Fleisches verwandeln. Es geben aber 1000 Thle. vollständig ausgelaugtes Ochsenfleisch 6, Kalbfleisch $47\frac{1}{2}$ Thle. Leim nebst anderen gelösten Stoffen, also etwa $\frac{1}{5}$ nur von dem, was der Fleischsaft bieten kann.

Die ebenfalls ermittelte Thatsache, dass Ochsenfleisch 15, Hammelfleisch 10, Hühnerfleisch $13\frac{1}{2}$ Proc. beim Kochen von seinem Gewichte verliert, während die Fleischbrühe verhältnissmässig so arm an festen Stoffen ist, verliert alles Auffallende, wenn man bedenkt, dass das Fleisch beim Kochen Wasser ausfliessen lässt, aber keines dafür aufnimmt.

Der Wohlgeschmack der Fleischbrühe wird durch geringen Zusatz von Säuren (Milchsäure, Citronensäure) gesteigert und pikanter, während alkalische Flüssigkeiten denselben wesentlich beeinträchtigen.

Die Wirksamkeit der Fleischbrühe als Nahrungsmittel, muss in ihrem Gehalte an den Salzen des Blutes, ausserdem aber auch in den extractiven Materien gesucht werden, ist aber damit keineswegs nach allen Seiten vollständig aufgeklärt. Dass ihr Ernährungswerth nicht, wie man irrthümlich geglaubt hat, durch den geringen Leimgehalt bedingt ist, haben zahlreiche Erfahrungen über die Wirksamkeit oder besser

Unwirksamkeit der Gallertsuppen und Bouillontafeln (trocknes Extract der Knochensuppen) dargethan.

Liebig's Fleischextract.

Ein sehr wirksames Nahrungsmittel für Kranke und Genesende dagegen, ist das von Liebig empfohlene und nun vielfach ärztlich angewendete Fleischextract (Extractum Carnis), welches man durch halbstündiges Erwärmen und Kochen feingehackten, von allem Fett möglichst befreiten Fleisches mit der acht- bis zehnfachen Wassermenge, Abschöpfen des auf der Brühe schwimmenden Fettes und Abdampfen derselben im Wasserbade in Porzellanschalen zur Extractconsistenz erhält und welches gegenwärtig in Südamerika (Uruguay) aus Büffel- und Schaffleisch, in grossem Maassstabe fabrikmässig dargestellt wird.

Regeln für die Kochkunst.

Die Regeln für die praktische Kochkunst entspringen hieraus von selbst. Die Methode des Fleischsiedens, welche die beste Fleischbrühe liefert, giebt das schlechteste Fleisch und umgekehrt. Will man zunächst gute Fleischbrühe, so setzt man mit kaltem Wasser an, erwärmt langsam zum Sieden und lässt einige Minuten aufwallen. Durch das Sieden gerinnt das Albumin, die Faser wird zäh und hart. Lässt man das Fleisch mit dem Wasser längere Zeit sieden oder die Fleischbrühe kochend verdampfen, so nimmt sie alsbald eine bräunliche Färbung und einen feinen Bratengeschmack an. Will man dagegen zunächst ein schmack- und nahrhaftes zartes Fleisch haben, so muss man den umgekehrten Weg einschlagen, d. h. man muss die Auslaugung des Fleisches möglichst verhindern. Dies geschieht dadurch, dass man das Fleisch erst in den Topf bringt, wenn das Wasser bereits kocht, d. h. aufwallt, und es nun einige Minuten damit sieden lässt; das sofort gerinnende Albumin verschliesst die Poren, es kann aus dem Fleische nichts mehr austreten und es bleibt nur noch übrig, die innere Masse durch die Hitze in ihrem eigenen Safte gar werden zu lassen. Dazu ist die Siedhitze, welche die Fleischfaser hart macht, nicht nöthig, es genügt, das Fleisch bei einer Temperatur des Wassers von etwa 70° C., einige Stunden am Feuer stehen zu lassen. Das Hartwerden der Faser erfolgt um so leichter, je mehr die Faser, vor oder während des Siedens, von dem Albumin entblösst wird; durch kaltes Ansetzen und stundenlanges Sieden kann daher ein zartes und saftiges Fleisch nicht erwartet werden; hieraus erklärt es sich auch, warum fettes Fleisch sich zarter siedet. In der Küche der Reichen ist es seit lange üblich, das Fleisch, welches zur Bereitung der Suppe gedient hat, nicht auf den Tisch zu bringen.

Braten des Fleisches.

Eine andere Zubereitung des Fleisches ist das Braten desselben. Beim Braten geschieht die Einwirkung der Wärme auf das Fleisch ohne Wasser, zuweilen unter Vermittelung des Fettes, zuweilen auch ohne dieses. Bei dem Braten wird das Fleisch in seinem eigenen Safte, der grösstentheils darin bleibt, gar, man erhält also bei dieser Zubereitung das Fleisch mit nahezu seinem vollen Ernährungswerthe, aber keine Fleischbrühe. In

den Privathaushaltungen Deutschlands, geschieht das Braten gewöhnlich in bedeckten Pfannen, bei den Engländern und in grösseren Küchen überhaupt, an einem Bratenwender in der strahlenden Hitze einer Kohlengluth; in einem untergesetzten Becken sammelt sich das Fett und der abträufelnde Saft. Beim vorsichtigen Braten verdunstet ein Theil des an die Oberfläche des Fleischstückes tretenden Saftes, auf diesem selbst und giebt der Oberfläche die dunkelbraune Farbe, den Glanz und den starken gewürzhaften Bratengeschmack. Hierdurch sowie durch einen gewissen Grad von Braunröstung bildet sich rasch eine Hülle um das Fleischstück, die das Ausfliessen des Saftes wesentlich beeinträchtigt. Selbst bei sehr lange fortgesetztem Braten, dringt die äussere Hitze nicht vollständig ins Innere. Steigt die Temperatur des Fleisches im Inneren nur auf etwa 56° C., so wird das Fleisch blutig gar (undone), d. h. es ist im Inneren noch roth gefärbt und theilweise blutig; stieg aber die Temperatur im Innern auf 70 bis 75° C., bei welcher Temperatur nicht allein das Albumin, sondern auch der Blutfarbstoff gerinnt, so wird es vollkommen gar (done).

Der Umstand, dass bei dem Braten des Fleisches die Hitze nur schwierig ins Innere dringt, erklärt, warum grosse Fleischstücke beim Braten besser und zarter werden als kleine. Kleine Stücke können nur durch rasches und kurzes Eintauchen in sehr heisses Fett saftig gebraten werden (Beefsteaks).

Dämpfen des Fleisches.

Das Dämpfen des Fleisches ist ein Mittelweg zwischen Braten und Sieden, indem das Garwerden durch die Einwirkung des Dampfes erfolgt, welcher das Fleisch umgiebt.

Beim Braten findet Gewichtsverlust statt, der sich beim Rindfleisch auf 19, beim Hammel auf 24, beim Lamm auf 22, bei Hühnern auf 24 Proc. beläuft.

Einsalzen u. Räuchern.

Das Einsalzen und Räuchern des Fleisches sind Bereitungsmethoden mit dem bestimmten nächsten Zwecke, das Fleisch längere Zeit geniessbar zu erhalten und vor der Fäulniss zu bewahren; bei beiden Methoden kommt daher zunächst die antiseptische Wirkung des Salzes und der im Rauche enthaltenen Stoffe in Betracht.

Wir haben bereits weiter oben auseinandergesetzt, dass bei der gewöhnlichen Bereitung des Pöckelfleisches, dasselbe einen grossen Theil seines Ernährungswerthes verliert, indem ein erheblicher Theil des Fleischsaftes dabei in die Salzlake geht. Es lässt sich aber, wie Versuche gezeigt haben, diesem Verluste vorbeugen, wenn die Salzlake bis zum Auskrystallisiren des Kochsalzes abgedampft und die rückständige syrupdicke Mutterlauge (welche eine sehr concentrirte Auflösung von Fleischextract darstellt) nach dem Garkochen des Salzfleisches diesem zugesetzt und mitgenossen wird. Auch das weiter oben S. 625 besprochene Verfahren von Lignac scheint gute Resultate zu versprechen, während Versuche, aus der Salzlake das Salz durch Dialyse zu entfernen und den Rest

als Suppe zu verwenden, der Natur der Sache nach keinen Erfolg haben konnten, da mit dem Salze auch die für den Ernährungswerth so bedeutungsvollen phosphorsauren Alkalien und Kreatin diffundiren mussten, ja selbst ein erheblicher Theil des Eiweisses mit durchging.

Bei dem Räuchern des Fleisches findet eine Coagulation des Albumins des Fleisches durch das Kreosot und vielleicht auch noch andere Bestandtheile des Rauches statt, wodurch die Fleischstücke mit einer für die atmosphärische Luft undurchdringlichen Schicht umgeben werden sollen. Wir bezweifeln, ob durch diese Annahme die antiseptische Wirkung des Rauches genügend erklärt ist.

b. Glatte Muskeln, contractile Faserzellen.

Glatte Muskeln u. contractile Faserzellen.

Die Zellensubstanz der contractilen Faserzellen, die zu Bündeln gruppirt in den sogenannten glatten Muskeln, sonst aber auch in andere Gewebe eingestreut vorkommen, besteht aus Syntonin (Lehmann). Die Bestandtheile des Saftes der glatten Muskeln scheinen dieselben zu sein, wie die des Saftes der quergestreiften Muskelfasern. Er reagirt gewöhnlich neutral oder schwach alkalisch und es wurden darin Albumin, Natronalbuminat (Caseïn?), Kreatin, Sarkin, Milchsäure, Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure und verhältnissmässig mehr Kali- als Natronverbindungen gefunden.

In den bekanntlich nicht quergestreiften Muskeln der Mollusken (Acephalen und Cephalopoden) fanden Valenciennes u. Frémy Kreatin, Kreatinin, Taurin und saures phosphorsaures Kali.

Literatur zur Chemie des Muskelgewebes. Liebig: Ann. d. Chem. u. Pharm. Th. LXII, S. 257. — Derselbe: Chemische Briefe. Vierte Aufl. Bd. II, S. 129. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXIII, 322. LXXXI, 375. — Städeler: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXVI, 102. — Strecker: Ann. d. Chem. u. Pharm. CVIII, 129. — Scherer: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. CVII, 314. — Valenciennes u. Frémy: Journ. de Pharm. et de Chim. 3. Sér. XXVIII, 401. — Städeler: Journ. f. prakt. Chem. LXXVI, 58. — Dubois-Reymond u. G. Liebig: Arch. f. Anat. und Phys. 1850. 393. — Matteucci: Compt. rend. XLII, 648. — Dubois-Reymond: De fibrae muscular. reactione ut chemicis visa est acida. Berol. 1859. — Helmholtz: Arch. f. Anat. u. Phys. 1845. 72. 1848. — W. Kühne: Untersuchungen über das Protoplasma u. die Contractilität. Leipzig 1864. — Derselbe: Arch f. path. Anat. XXXIII, 79. — G. Meissner: Göttinger Nachr. 1861. Nr. 15. 1862. Nr. 10. — Limpricht: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXXVII, 185. CXXXIII, 293. — Almén: Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. VI, 3. — Winogradoff: Arch. f. path. Anat. XXIV, 600. — Folwarczny: Zeitschrift der Wiener Aerzte. 1860. Nr. 49. — J. Ranke: Tetanus, eine physiol. Studie. Leipzig 1865. — Derselbe: Centralbl. f. die med. Wissensch. 1865. Nr. 37. — Sarokow: Arch. f. path. Anat. XXVIII, 544. — Nawrocki: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. Nr. 27. — Podcapaew u. Guttmann: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. Nr. 45. — Sczelkow: Wiener Sitzungsber. d. Akad. XLV, 171. — Derselbe: Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. 672. — G. Liebig: Ann. d. Chem. u. Pharm. LXX, 343. — O. Schultzen:

Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. 25. — E. Schottin: Arch. f. phys. Heilk. XI, 622. — Lignac: Deutsche Industriezeitung 1862. Nr. 13. — W. Marcet: Chem. soc. Journ. I. Sér. Decbr. 1864. 405. — J. v. Liebig: Ann. d. Chem. u. Pharm. CXXXIII, 125. — E. Harless: Sitzungsber. d. Münch. Akad. 1861. I, 43. — Neubauer: Zeitschr. f. analyt. Chem. II, 22. — Borsczow: Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschr. II, 65. — Pagenstecher u. Carius: Verhandl. d. naturhistor. med. Vereins zu Heidelberg. III, 129. — Virchow: Arch. f. path. Anat. XXXV, 358. — Vgl. ferner Schlossberger: Erster Versuch einer allgemeinen und vergleichenden Thierchemie etc. S. 165 u. ff. — Lehmann: Zoochemie etc. S. 473 bis 498.

VI. Chemie des Gehirns und Nervengewebes.

Gehirn.

Allgemeine Bemerkungen.

Obgleich das Gehirn wiederholt Gegenstand mehr oder weniger umfassender chemischer Untersuchungen war, so sagen wir doch kaum zu viel, wenn wir behaupten, dass es zu den chemisch am Unvollständigsten gekannten Thiersubstanzen gehört. Seine Mischung ist eine so eigenthümliche und gleichzeitig so complexe, dass hier die chemische Untersuchung auf mehr Schwierigkeiten stösst, als bei irgend einem anderen Gewebe.

Chemische Bestandtheile des Gehirns.

Chemische Bestandtheile.

Zu den mehr oder weniger constanten und normalen Bestandtheilen des Gehirns zählen wir folgende:

Wasser, — ein eigenthümliches, dem Syntonin in manchen Beziehungen ähnliches, in anderen davon abweichendes Albuminat, — ein dem Elastin ähnlicher Stoff, — geringe Mengen löslichen Albumins, — Protagon (Cerebrin), — eigenthümliche phosphorhaltige fettartige in Aether lösliche Stoffe, worunter Oleophosphorsäure, Glycerinphosphorsäure, Palmitinsäure und Lecithin (Zersetzungsproducte des Protagons nach Liebreich), — geringe Mengen wirklicher Fette (?), — Cholesterin, — Inosit, — Sarkin, — Xanthin, — Kreatin, — milchsaure Salze, — flüchtige Fettsäuren, — Harnsäure, — anorganische Stoffe, worunter freie (d. h. nicht an anorganische Basen gebundene) Phosphorsäure, — phosphorsaure Alkalien, namentlich viel phosphorsaures Kali, — Kalk, — Bittererde, Eisenoxyd, Kieselerde, geringe Mengen von schwefelsauren Alkalien und Chlornatrium, — Ammoniak (?).

Ausnahmsweise und wohl nur pathologisch wurden im Gehirn ausserdem gefunden: Leucin und Harnstoff.

Vertheilung und nähere Charaktere der Gehirnbestandtheile.

Was die Vertheilung dieser Bestandtheile auf die morphologischen Elemente des Gehirns anbelangt, so wissen wir auch darüber verhältnissmässig wenig.

Das eigenthümliche Albuminat, welches im Gehirn und in den Nerven vorkommt (die chemischen Bestandtheile der letzteren, sind von denen des Gehirns qualitativ nicht verschieden), gehört nach den Untersuchungen von Purkinje und R. Wagner, namentlich aber auch nach den neueren von Kölliker, dem Achsencylinder jedenfalls vorzugsweise an. Derselbe quillt nach den Untersuchungen des letztgenannten ausgezeichneten Anatomen, in concentrirter Essigsäure auf, löst sich aber selbst beim Kochen nur langsam darin. Auch Alkalien greifen ihn in der Kälte nur langsam an, lösen ihn aber schnell beim Erhitzen. Salpetersäure färbt ihn gelb und Kali dann hochgelb. In Wasser löst er sich selbst beim Kochen nicht auf, ebenso wenig in Aether und Alkohol, durch die beiden letzteren Reagentien aber, sowie durch Sublimat, Chromsäure und Jod schrumpft er etwas ein. Ob das im todten Gehirn und Nerven unlöslich gefundene Albuminat, auch während des Lebens bereits geronnen ist, kann als vorläufig noch unentschieden gelten. Es scheint keine Thatsache mit Entschiedenheit dagegen zu sprechen, dass in den Nerven während des Lebens ein syntoninähnlicher gelöster Stoff enthalten wäre, welcher erst nach dem Tode geränne.

Die in Aether löslichen fetten und fettähnlichen Stoffe des Nervengewebes und Gehirns, das Protagon und seine Zersetzungsproducte, gehören wohl hauptsächlich der Markscheide an. Es spricht dafür der Umstand, dass die weisse Nerven- und Gehirnsubstanz (durch markhaltige Fasern gebildet) bei weitem mehr an Aether abgiebt als die graue, so wie auch die von Lassaigne beobachtete Thatsache, dass die Asche der weissen Substanz stark sauer reagirt, mithin die von dem Protagon und seinen Zersetzungsproducten stammende Phosphorsäure enthält. Doch enthält die Markscheide und die weisse Substanz auch ein Albuminat, denn der in Aether und Alkohol unlösliche Theil des Marks zeigt alle Reactionen der Albuminate, unter anderen auch die Röthung durch Zucker und Schwefelsäure, die der Achsencylinder nicht zeigt. Die Primitivfaserscheide (Röhrensubstanz) besteht aus einer nichtleimgebenden, in ihren Reactionen sich dem elastischen Gewebe am nächsten anschliessenden Substanz, die sich von letzterem hauptsächlich durch grössere Löslichkeit in Alkalien unterscheidet. Auch in kochender Essigsäure ist sie völlig unlöslich.

Die in den wässerigen Auszug des Gehirns übergehenden Stoffe: das lösliche Albumin, Kreatin, Inosit, Sarkin, Xanthin etc., gehören dem Nerven- und Gehirngewebe als solchem offenbar nicht an, sie sind als Bestandtheile der das Gehirn durchtränkenden Flüssigkeit: des Gewebssaftes und vielfach wohl auch als Producte der regressiven Stoffmetamorphose zu betrachten. Ob das lösliche Albumin nur vom Blute herrührt, lässt sich vorläufig nicht entscheiden, doch ist es nicht unwahrscheinlich. Xanthin und Sarkin wurden von Scherer im Gehirn nachgewiesen, Kreatin von Lerch, W. Müller und Neukomm; Inosit von W. Müller, Bödecker und Neukomm, dagegen nicht von Lorenz;

Milchsäure und flüchtige Fettsäuren von W. Müller. Das Vorkommen von Harnsäure muss als zweifelhaft betrachtet werden, Leucin dagegen wurde von W. Müller im Ochsenhirn und von Neukomm im Gehirn des Menschen bei verschiedenen Krankheiten (Tuberculose, Gelenkrheumatismus, Syphilis, Delirium tremens, Morbus Brighti) aufgefunden, Harnstoff von Neukomm bei Syphilis und Morbus Brighti.

Ueber die Form, in welcher die, das eigentliche Gewebe der Nerven und des Gehirns zusammensetzenden Stoffe darin enthalten sind, wissen wir gar nichts. Insofern die bisherigen Analysen über die Vertheilung der Aschenbestandtheile im Gehirn, Anhaltspunkte gegeben haben, werden wir sie bei den quantitativen Verhältnissen erörtern. Die geringen Mengen des im Gehirn vorkommenden schwefelsauren Alkalis pflegt man und auch wohl mit Recht, auf Rechnung des Blutgehaltes zu setzen und es ist sicher, dass wenigstens ein Theil des Chlornatriums auf dieselbe Quelle zurückgeführt werden muss.

Allgemeines chemisches Verhalten des Gehirns.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Gehirn, Rückenmark und Nerven reagiren während des Lebens und im Zustande der Ruhe neutral, durch erschöpfende Thätigkeit aber und beim Absterben tritt saure Reaction ein (Funke); auch Temperaturerhöhung auf 45 bis 50° C. ruft dieselbe hervor.

Diese Reactionsverschiedenheit ist in doppelter Beziehung bemerkenswerth, einmal, weil sie eine gewisse Analogie des Verhaltens von Muskel- und Nervengewebe constatirt und dann, weil sie auf einen dabei stattfindenden chemischen Process hinweist, der möglicherweise ein ähnlicher sein könnte als derjenige, welcher bei der Gerinnung des Syntonins stattfindet, wo auch gleichzeitig damit die Säuerung des Muskels einzutreten scheint; diese Möglichkeit gewinnt dadurch an Bedeutung, dass wirklich Gründe dafür sprechen, dass die Nervenmasse einen dem Syntonin oder dem Myosin wenigstens ähnlichen Körper enthalte, der während des Lebens in Lösung ist, nach dem Tode aber eine Art Gerinnung erfährt, die von der Abspaltung einer freien Säure begleitet sein könnte. Die neutrale Reaction des lebenden Nerven und Gehirns beweist überdies, dass die in der Gehirnasche gefundene freie Phosphorsäure, im unzerstörten Gehirn nicht vorhanden sein kann, sondern nothwendigerweise gebunden sein muss.

Durch Kochen, Behandlung mit Alkohol, mit Säuren und mit gewissen Metallsalzen erfährt die Gehirnmasse eine mehr oder minder bedeutende Härtung. Besonders auffallend ist das Hartwerden beim Kochen von grauer Substanz. Sowohl diese Erscheinung, wie auch die Vermehrung der Consistenz des Gehirns, einige Zeit nach dem Tode spricht für eine erfolgende Gerinnung eines Gehirn- und Nervenbestandtheils.

Liebreich's Methode zur Gewinnung des Protagons.

Durch Perjection von Wasser blutfrei gemachtes, von den Hirnhäuten befreites Gehirn in einer Reibschale zerrieben, mit einem Gemenge von Aether und Wasser geschüttelt und dann bei 0° einige Zeit der Ruhe überlassen, giebt an Aether hauptsächlich Cholesterin und Spuren von Protagon ab. Wird nach wiederholter Behandlung mit Aether und Wasser, der Rückstand mit Spiritus von 85 Proc. bei 45°C. im Wasserbade behandelt, die Lösung durch ein Wasserbadfilter filtrirt und das Filtrat bis auf 0° abgekühlt, so scheidet sich ein reichlicher flockiger Niederschlag ab, der aus Cholesterin und Protagon besteht und an Aether das Cholesterin abgiebt. Der Rückstand im Vacuo getrocknet, mit wenig Wasser befeuchtet und in Spiritus bei 45° gelöst, setzt, nach der Filtration allmählich auf die mittlere Tagestemperatur abgekühlt, Protagon in mikroskopischen Krystallen (radiär gestellte Nadeln, morgensternartige Krystalle oder unregelmässig gebogene Nadeln je nach der Concentration) ab. Lässt man geriebenes Gehirn, mit Aether und Wasser längere Zeit bei gewöhnlicher Tagestemperatur stehen, so findet eine partielle Zersetzung des Protagons statt und das unzersetzte löst sich nun in seinen Zersetzungsproducten auf und geht in die ätherische Lösung über. Bringt man die, fette Säuren und Protagon enthaltende, bei 29° C. abgehobene ätherische Lösung auf eine niedrige Temperatur, so scheidet sich das Protagon ab.

W. Müller's Verfahren zur Isolirung des Cerebrins, Cholesterins und der Gehirnfette.

Behandelt man Gehirn mit kochendem Alkohol und Aether, so setzen sich beim Erkalten der Auszüge weisse flockige Niederschläge ab, die, auf einem Filter gesammelt, während des Trocknens sich röthlich färben und vollständig getrocknet, eine rothgelbe, festweiche, krystallinische Masse darstellen. Erschöpft man diese Masse mit kaltem Aether, so erhält man eine klare, gelbrothe Lösung und einen gelblich-weissen, voluminösen Rückstand. Die Lösung enthält sämmtliches Cholesterin und einen phosphorhaltigen Körper von den Eigenschaften einer Säure, der Rückstand besteht fast gänzlich aus Cerebrin (W. Müller).

W. Müller's Methoden zur Isolirung der löslichen Gehirnbestandtheile.

Wird Gehirn mit Barytwasser zu einer dünnen Milch zerrieben, nach längerem Stehen (12 bis 18 Stunden) durch ein feines Sieb getrieben und die abgelaufene Flüssigkeit mit etwas Gyps versetzt, zum Sieden erhitzt, so bildet sich ein Coagulum und man erhält ein gelblich gefärbtes Filtrat, welches, von überschüssigem Baryt, durch einen Strom von Kohlensäure befreit, immer noch alkalische Reaction zeigt, was von einer Verbindung eines Albuminats mit Baryt herzurühren scheint. Das Coagulum enthält neben Albumin, den grössten Theil der Gehirnfette, das Filtrat — ausser der oben genannten Albuminat-Barytverbindung, die sich beim Abdampfen in Gestalt von Membranen und als weicher gelblicher Absatz ausscheidet, der beim Erhitzen auf Platinblech kohlensauren Baryt hinterlässt, — noch ein weiteres Albuminat, Cholesterin, eine braungelbe, fettartige Materie, Kreatin, Milchsäure, Sarkin, flüchtige Fettsäuren, unter Umständen auch Leucin (W. Müller). Liebig

fand bei einem Versuche, in dem Filtrate vom Gehirn-Coagulum zwei Barytsalze organischer Säuren, von denen das eine in Alkohol löslich, das andere darin unlöslich war.

Wird Gehirnmasse mit schwefelsaurem Natron zerrieben, mit Wasser zum Brei angerührt und filtrirt, so erhält man ein klares Filtrat, welches ein caseïnähnliches Albuminat enthält. Der Rückstand enthält Protagon und Cholesterin (Hoppe-Seyler).

Zerreibt man Gehirn mit destillirtem Wasser zu einer dünnen Milch und setzt der erhaltenen Emulsion Bleizuckerlösung zu, so erhält man nach einigem Stehen eine blutroth gefärbte, klare obere und eine den Gehirnbrei enthaltende untere Schicht. Die durch ein Sieb geseihte Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, scheidet ein Coagulum ab, welches dicht, grauröthlich und grobflockig ist und das Albumin des Gehirns nebst anderen Stoffen enthält, während eine klare Flüssigkeit abfiltrirt werden kann, die mit Bleiessig einen voluminösen Niederschlag giebt, der Harnsäure, Sarkin und Inosit enthalten kann. Vertheilt man den Bleiessigniederschlag in Wasser, zerlegt durch Schwefelwasserstoff und concentrirt das Filtrat vom Schwefelblei, so scheiden sich allmählich die bekannten Krystalle der Harnsäure aus, wenn selbe überhaupt zugegen ist, daneben aber dunkelbraune runde Kugeln.

Trennt man diese ausgeschiedenen Stoffe durch Filtration und dampft das Filtrat so lange ein, bis es sich auf Zusatz von Alkohol bleibend trübt, versetzt hierauf die Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Alkohol und erwärmt, so verschwindet die Trübung wieder und es scheidet sich dann nach einigem Stehen Inosit aus.

Quantitative Zusammensetzung des Gehirns.

Quantitative Zusammensetzung.

Es versteht sich von selbst, dass von einer genauen quantitativen Analyse eines Körpers nicht die Rede sein kann, dessen Bestandtheile, wie dies beim Gehirn der Fall ist, nur sehr unvollkommen gekannt und zum Theil, wie das Protagon, so sehr leicht zersetzbar sind. Allein selbst, wenn eine quantitative Trennung der einzelnen Hirnbestandtheile vollständiger geschehen könnte, hätten quantitative Analysen des Gesammtgehirns einen nur sehr beschränkten Werth, da man aus weiter unten zu erwähnenden Untersuchungen weiss, dass die verschiedenen Gehirnparthieen, so weit sie anatomisch zerlegt werden können, eine sehr abweichende quantitative Zusammensetzung besitzen.

Quantitative Analysen des Gesammtgehirns.

Quantitative Analysen des Gesammtgehirns, welche sich übrigens, der Natur der Sache nach auf die Bestimmung des Wassers, der durch Alkohol und Aether extrahirbaren Stoffe, der Albuminate und der Salze beschränken mussten, wurden zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Chemikern aufgestellt. Wir stellen einige derselben tabellarisch zusammen:

In 1000 Theilen	Lassaigne			v. Bibra	
	Gesammthirn	Graue Substanz	Weisse Substanz	I. Grosses Gehirn	II. Medullarsubstanz
Wasser	770	850	730	772,6	843,9
Feste Stoffe	230	150	270	227,4	156,1
Albuminate	96	75	99	96,2	80,1
Fette und fettähnliche phosphorhaltige Stoffe	103	47	148	120,0	61,0
Extractivstoffe	20	14	10	11,2	15,0
Anorganische Salze	11	12	13	—	—

Die Analysen von Lassaigne beziehen sich auf das Gehirn eines Wahnsinnigen, die Analyse I. von v. Bibra auf ein gesundes Gehirn (Windungen des grossen Gehirns), II. auf das Gehirn eines Cretins. Die nachfolgenden Analysen L'Héritier's beziehen sich auf Gehirn und Rückenmark von Menschen verschiedenen Alters, ohne Rücksicht auf bestimmte anatomische Parthieen der betreffenden Organe.

In 1000 Theilen	Gehirn					Rückenmark
	Kind	Jüngling	Erwachsener	Greis	Cretin	Erwachsener
Wasser	827,9	742,6	721,5	738,5	709,3	710,5
Feste Stoffe	172,1	257,4	278,5	261,5	290,7	289,5
Albuminate	70,0	102,4	94,0	86,5	84,0	73,0
Fette etc.	42,5	69,5	79,0	53,2	58,5	101,5
Extractivstoffe und Salze	59,6	85,9	101,9	121,8	148,2	115,0

Diese Analysen wurden nach einer sehr unvollkommenen Methode angestellt und es ist sicher, dass in Folge dieser Methode ein erheblicher Theil der phosphorhaltigen fettartigen Gehirnstoffe: der Zersetzungsproducte des Protagons, collectiv mit den Extractivstoffen berechnet wurde.

In neuester Zeit wurden von v. Bibra und Schlossberger umfassende Untersuchungen über den Gehalt der, anatomisch isolirbaren Gehirntheile an Wasser, Fett und sonstigen festen Stoffen angestellt, die zu einigen wichtigen Ergebnissen geführt haben; v. Bibra beschränkte seine Beobachtungen nicht auf das Gehirn des Menschen in verschiedenen Altersperioden, sondern dehnte sie auch auf viele Thierclassen aus.

Wasser- und Fettgehalt der verschiedenen Gehirntheile.

Aus v. Bibra's Analysen, angestellt mit den Gehirnen, an den verschiedensten Krankheiten Verstorbener ergiebt sich vor Allem, dass der Gesammtfettgehalt, oder richtiger der in Aether löslichen Bestandtheile des Gehirns, jedenfalls bis zu einem gewissen Grade individuell ist und dass auch Krankheiten, welche mit allgemeiner Abmagerung verbunden sind, den Gehalt des Gehirns an diesen Stoffen nicht alteriren.

Unter den verschiedenen anatomisch-isolirbaren Gehirnparthieen, enthält die Medulla oblongata die grösste Menge in Aether löslicher Gehirnstoffe, wie dies auch aus den Analysen von Hauff und Walther hervorgeht. Am wenigsten in Aether löslicher Stoffe dagegen, scheinen die Thalami nerv. opticor. und die corpora striata zu enthalten, doch scheint diese Regel nach individuellen Verhältnissen mehr oder minder zahlreiche Ausnahmen zu erleiden.

Das Alter scheint nicht ohne Einfluss auf den Gehalt des Gehirns, an in Aether löslichen Stoffen zu sein und derselbe sich mit zunehmendem Alter zu vermindern.

Bezüglich des Wassergehaltes lassen sich aus den Analysen v. Bibra's, keine Gesetzmässigkeiten ableiten und scheint derselbe innerhalb gewisser Grenzen sehr zu wechseln. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass jene Gehirntheile, welche am Meisten in Aether lösliche Stoffe enthalten, den geringsten Wassergehalt ergeben und umgekehrt. Das Alter scheint auf den Wassergehalt keinen oder keinen bedeutenden Einfluss auszuüben, dagegen scheinen die Albuminate etc. mit dem Alter etwas zuzunehmen.

Ueber das Verhältniss des Wassers, der in Aether löslichen und sonstigen festen Stoffe, in der grauen und weissen Substanz haben v. Bibra u. Walther und Hauff ebenfalls Beobachtungen angestellt. Dieselben stimmen in ihren Ergebnissen darin überein, dass der Gehalt der grauen Substanz an in Aether löslichen Stoffen ein viel geringerer, als jener der weissen und dass die graue Substanz wasserreicher ist, als die weisse und zwar merkwürdigerweise ziemlich in demselben Verhältnisse, als sie ärmer an in Aether löslichen Stoffen ist. Diese Verhältnisse sind eine allgemeine Bestätigung des, in der oben mitgetheilten Analyse Lassaigne's gewonnenen Resultates.

Wasser- und Fettgehalt der grauen und weissen Substanz.

Wasser- und Fettgehalt des Gehirns bei Embryonen und Neugeborenen.

Sehr bemerkenswerthe Abweichungen der Zusammensetzung des Gehirns bei Embryonen und Neugeborenen, haben die Untersuchungen von v. Bibra und Schlossberger ergeben.

Der Gehalt des Gehirns von Embryonen und Neugeborenen, an in Aether löslichen Stoffen ist ein viel geringerer, als der von Erwachsenen, dagegen der Wassergehalt ein grösserer; beim Neugeborenen aber ist der Gehalt an in Aether löslichen Stoffen, schon merklich grösser als beim Embryo und steigt mit dem vorrückenden Alter ziemlich rasch. Dagegen ergiebt sich aus Schlossberger's Versuchen das merkwürdige Resultat, dass der Unterschied in der quantitativen Vertheilung der in Aether löslichen Stoffe auf graue und weisse Substanz, beim Embryo nicht vorhanden ist. Bei Embryonen und Neugeborenen ist die Medulla oblongata die, an in Aether löslichen Bestandtheilen reichste Gehirnparthie und bei Embryonen ein Unterschied im Wassergehalte der grauen und weissen Substanz nicht vorhanden.

Resultate der Versuche an Thieren verschiedener Classen.

Aus den umfassenden Untersuchungen v. Bibra's, Schlossberger's und Walther's u. Hauff's, über den Wasser- und Aetherextractgehalt des Gehirns verschiedener Thierclassen ergiebt sich im Allgemeinen eine Zunahme des Wassergehaltes, je tiefer man in der Reihe der Wirbelthiere herabsteigt. Das Gehirn der niederen Säugethiere nähert sich im Wassergehalte dem unausgebildeten (fötalen), der höheren Säugethiere und des Menschen.

Bezüglich des Gehaltes an in Aether löslichen Stoffen bestätigen auch die Versuche an Thieren, dass die verschiedenen anatomischen Theile eines und desselben Gehirns, sehr verschiedene Mengen davon enthalten. Wie beim Menschen, so ist auch bei Thieren die graue Substanz weit ärmer an in Aether löslichen Stoffen, als die weisse, der Gehalt an in Aether löslichen Stoffen der verschiedenen Gehirnparthieen, steht auch bei Thieren in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Gehalte an Wasser und die Medulla oblongata ist auch hier beinahe überall am reichsten an Aetherextract. Das Gehirn der Säugethiere enthält ferner mehr davon, als das Gehirn der übrigen Thierclassen.

Aus den Versuchen von v. Bibra geht ferner hervor, dass bei verhungerten Thieren das Gewicht des Gehirns und das Verhältniss seiner chemischen Bestandtheile, keine wesentliche Veränderung erleidet, dass demnach bei Vorgängen, welche den ganzen übrigen Organismus in Mitleidenschaft ziehen, der Stoffwechsel im Gehirn ungestört seinen Fortgang nimmt.

Quantitative Zusammensetzung der Gehirnasche.

Quantitative Verhältnisse der anorganischen Gehirnbestandtheile. Wir besitzen nur eine vollständige Aschenanalyse des Gesammtgehirns, die von Breed angestellt wurde. Es fragt sich aber, ob dieselbe von der Vertheilung der Aschenbestandtheile im Gehirn ein richtiges Bild giebt, da einerseits eine richtige Einäscherung des Gehirns, wegen der grossen Menge von Phosphorsäure und phosphorsauren Salzen, die die Verbrennung der Kohle hindern und die durch

letztere auch zum Theil reducirt werden können, sehr schwierig ist und weil er nicht angiebt, ob er ein einziges Gehirn, oder mehrere zur Einäscherung verwendete. Jedenfalls ergiebt Breed's Analyse, dass die Asche des Gehirns, mit jener des Muskelgewebes und des Eigelbs, den grossen Reichthum an Phosphorsäure und das Ueberwiegen des Kalis über das Natron theilt und daher mit der Asche der Milch grössere Uebereinstimmung zeigt, als mit jener des Blutes; wir stellen zur Vergleichung neben Breed's Analyse der Asche des Gehirns, Aschenanalysen des Blutes, Fleisches, des Eigelbs und der Milch:

In 100 Theilen Asche	Gehirn. Breed	Kalbfleisch. Staffel	Eigelb. Poleck	Frauenmilch. Wildenstein	Menschenblut. Verdeil
Kali	32,42	34,40	8,93	21,44	11,24
Natron	10,69	2,35	5,12	—	6,27
Magnesia	1,23	1,45	2,07	0,87	1,26
Kalk	0,72	1,99	12,21	18,78	1,85
Chlornatrium	4,74	10,59	—	10,73	55,63
Chlorkalium	—	—	—	26,33	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,23	—	—	0,21	—
Phosphorsäure (gebunden)	39,02	48,13	63,18	19,00	11,10
Freie Phosphorsäure	9,15	—	5,70	—	—
Schwefelsäure	0,75	—	—	2,64	1,64
Kieselsäure	0,42	0,81	0,55	Spur	—

Gesammtaschengehalt des Gehirns und verschiedener Theile desselben.

Auch Bestimmungen über den Aschengehalt des Gehirns liegen vor, allein die umfassendsten, in dieser Richtung angestellten Beobachtungen v. Bibra's, beziehen sich auf die entfetteten Gehirne und geben daher nicht das Gesammtgewicht der Gehirnasche, sondern nur die Aschenbestandtheile, die nicht in den ätherischen Auszug des Gehirns übergehen. Letztere hat der genannte Forscher für sich bestimmt und diesen Bestimmungen auch einige des Phosphorgehaltes des Aetherextractes verschiedener Gehirne und Gehirntheile hinzugefügt.

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus diesen Resultaten, mit Ausnahme der Medulla oblongata nicht ziehen; letztere aber scheint mehr unlösliche Salze (phosphorsaure Erden) zu enthalten, als die übrigen Parthieen des Gehirns. Aehnliche Versuche, mit den Gehirnen verschiedener Thierclassen angestellt, ergaben, dass der Aschengehalt des Vogelgehirns

grösser ist, als jener des Gehirns der Menschen und der Säugethiere, jener der Gehirne der Amphibien und Fische grösser als der aller anderen Thierclassen; bei den Amphibien und Fischen ist ausserdem der Gehalt an phosphorsauren Erden bedeutender, als bei den übrigen Thierclassen.

Aschengehalt der grauen und weissen Substanz.

Einige vergleichende Untersuchungen über den Aschengehalt der grauen und weissen Substanz, wurden von Schlossberger angestellt. Derselbe bestätigt bei dieser Gelegenheit, die von Lassaigne in einem Falle beobachtete Thatsache, dass die Asche der grauen Substanz alkalisch, die der weissen jedoch entschieden sauer reagirt, was ohne Zweifel darin seine Erklärung findet, dass die weisse Substanz vorzugsweise die phosphorhaltigen Fette enthält.

Schlossberger fand für 100 Theile des frischen Gehirns:

In der grauen Substanz:			
1) eines 74jährigen Mannes	1,00	Procent	Asche
2) eines Kalbes	1,16	„	„
In der Balkensubstanz:			
1) eines 74jährigen Mannes	1,82	„	„
2) eines Kalbes	1,72	„	„

Die weisse Substanz enthält daher etwas mehr anorganische Salze, als die graue.

Bestimmung des Phosphorgehalts des Aetherextracts.

Die Bestimmung des Phosphorgehaltes des Aetherextracts, aus der durch Verpuffung des Aetherextracts mit kohlensaurem Natron und Salpeter erhaltenen Phosphorsäure berechnet, ergab folgende Zahlen:

		In 100 Thln. Aetherextract	
Mann von 59 Jahren:	Medulla oblongata	1,65	Phosphor
	Cerebell. u. Pons Varoli . . .	1,83	„
	Crura Cerebri	1,76	„
	Hemisphären	1,83	„
	Corpora striata	1,65	„
	Thalami. opt.	1,54	„
	Corpus callosum	1,54	„
	Im Mittel	1,68	„
Mädchen von 19 Jahren:	Im ganzen Gehirn	2,53	„
Mann von 56 Jahren:	„ „ „	1,72	„
Mann von 80 Jahren:	„ „ „	1,93	„
Mann von 25 Jahren:	„ „ „	1,89	„
Geisteskranker von 36 Jahren:	„ „ „	1,75	„
„ „ „	„ „ „	1,93	„
„ „ „	„ „ „	1,87	„
Mann von 30 Jahren:	Graue Substanz d. Hemisphären	1,88	„
	Weisse Substanz (Corp. callos.)	1,54	„
Mann von 59 Jahren:	Graue Substanz d. Hemisphären	2,33	„
„	Weisse „ „ „	1,82	„
	„ „ „ Corp. callos.	1,36	„

		In 100 Thln. Aetherextract	
Mann von 38 Jahren:	Graue Substanz der Hemisphären	2,10	Phosphor
	Weisse „ „ „	1,62	„
Embryo von 37 Wochen:	Im ganzen Gehirn	2,09	„
7 Embryonen von 14 bis 18 Wochen:	Gesammtfett	1,68	„

Nach diesen und nach an Thieren angestellten Versuchen, hat das Aetherextract der grauen Substanz etwas mehr Phosphor, als jenes der weissen Substanz. Im Allgemeinen aber bewegen sich die Schwankungen im Phosphorgehalt des Aetherextracts, innerhalb ziemlich enger Grenzen.

Aus allen quantitativen Bestimmungen der Gehirnbestandtheile haben sich für **pathologische Verhältnisse**, auch für Geisteskranke gar keine Aufschlüsse ergeben und das wichtigste Resultat derselben ist, dass die Vertheilung der einzelnen Gehirnstoffe, namentlich aber die des Wassers und der in Aether löslichen Stoffe, in den verschiedenen anatomischen Gehirnparthieen und in der grauen und weissen Substanz eine verschiedene und bis zu einem gewissen Grade zugleich typische ist. Es stehen ferner die in Aether löslichen Stoffe, in einer bestimmten Beziehung zur Entwickelung des Gehirns, was daraus ganz besonders hervorgeht, dass sie im Gehirn des Embryo und Neugeborenen sehr zurücktreten und hier auch in der grauen und weissen Substanz, die Differenz im Wasser- und Aetherextractgehalte noch nicht vorhanden ist.

Rückenmark und Nerven.

Rückenmark und Nerven.

So weit die bisher angestellten chemischen Untersuchungen des Rückenmarks und der Nerven, in diese Verhältnisse einen Einblick gestatten, sind die Bestandtheile derselben qualitativ von denen des Gehirns nicht verschieden, doch ist dabei zu bemerken, dass wegen der Schwierigkeit, sich genügendes Material zu eingehenden Untersuchungen zu verschaffen, die vorhandenen Beobachtungen die Möglichkeit qualitativer Differenzen keineswegs ausschliessen.

v. Bibra hat unter denselben Gesichtspunkten, unter welchen er die **quantitativen** Verhältnisse der Gehirnbestandtheile erforschte, auch mit dem Rückenmark und den Nerven von Menschen und Thieren Versuche angestellt, die bedeutende Differenzen zwischen Gehirn und Rückenmark und Nerven einerseits und zwischen Rückenmark und Nerven anderseits, in der Vertheilung und den Mengenverhältnissen des Wassers und des Aetherextracts ergeben und ausserdem zeigen, dass solche Differenzen auch zwischen den relativen Gewichtsmengen des Cholesterins, Protagons, der wahren und der phosphorhaltigen Fette, in den verschiedenen Parthieen des Nervensystems bestehen.

Zunächst stellte sich bei den Versuchen v. **Bibra's** unzweifelhaft

heraus, dass das Rückenmark weit ärmer an Wasser und weit reicher an in Aether löslichen Stoffen ist, als das Gesammtgehirn, was sich aus folgender, Versuche an Menschen und verschiedenen Thieren umfassender, Tabelle ergiebt.

Vergleichende Untersuchungen über das Aetherextract des Gehirns und Rückenmarks.

Menge des Aetherextractes in Procenten

Säugethiere			Vögel		
Rückenmark		Gehirn	Rückenmark		Gehirn
Mensch:	25	14	Ente:	21	6
Katze:	22	13	Reiher:	17	7
Hund:	24	15	Feldhuhn:	22	10
Pferd:	25	16	Taube:	15	6
Fuchs:	22	13	Sperber:	15	7
Schaf:	21	14	Krähe:	20	7
Reh:	19	11	Dohle:	14	6
Hase:	22	11	Grünspecht:	12	6
Kaninchen:	21	9	Buntspecht:	17	6
Ratte:	18	9			

Wenn man das Rückenmark, von dem verlängerten Mark bis zur Cauda equina, in drei Theile theilt und jede Parthie für sich analysirt, so findet man eine sehr bemerkenswerthe Uebereinstimmung aller drei Theile untereinander, die zu den grossen Zusammensetzungsdifferenzen verschiedener Gehirntheile unter sich, sowie auch zu den, sogleich zu erörternden verschiedener Nerven desselben Thieres, einen auffallenden Gegensatz bildet. Wir heben einige Analysen als Beispiele heraus.

(I. Nackentheil, II. Rückentheil, III. unterer Theil des Rückenmarks.)

In 1000 Theilen	Mensch			Hund			Katze			Hase		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Wasser . . .	666	661	657	673	684	681	696	701	697	700	670	687
Aetherextract .	240	253	259	248	253	243	223	227	230	230	232	213

Rückenmark des Embryo und Neugeborenen.

Das Rückenmark des Embryo und Neugeborenen verhält sich in Bezug auf den Gehalt an, durch Aether extrahirbaren Materien, dem Gehirn vollkommen analog, so wie letzteres ist es durch einen sehr geringen Gehalt an Aetherextract ausgezeichnet.

v. Bibra hat auch Versuche über das relative Gewichtsverhältniss der einzelnen, isolirbaren Bestandtheile des Aetherextractes des Rückenmarks: des Cerebrins (Protagons), Cholesterins und der eigentlichen Fette angestellt. Obgleich die in Anwendung gezogene Methode der Trennung, eine sehr unvollkommene war, so geht doch aus diesen Versuchen unzweifelhaft hervor, dass das relative Gewichtsverhältniss des Cerebrins (Protagons), Cholesterins und der eigentlichen Fette zwar ein sehr wechselndes ist, aber das Rückenmark-Aetherextract durchschnittlich mehr Cholesterin enthält, als jenes des Gehirns. Dies hat sich bei Versuchen an Menschen und Thieren gleichmässig herausgestellt, wie nachstehende Tabelle erläutert:

In 100 Theilen Aetherextract	Mensch		Ochs	Schwein	Hund	Wilde Ente	Reiher	Gehirn
	Frau von 40 J.	Mann von 36 J.						
Cerebrin	30,6	23,7	22,5	18,18	24,00	23,54	18,44	20—21
Cholesterin	32,8	54,2	63,3	65,70	60,26	55,99	61,35	30—33
Fette	37,6	22,1	14,2	16,12	15,74	20,27	20,21	50—46

Phosphorgehalt des Rückenmarks.

Bei Phosphorbestimmungen des Aetherextracts des Rückenmarks, fand v. Bibra durchschnittlich etwas weniger Phosphor als im Gehirn. Im Gehirnfett des Menschen fand er:

In 100 Theilen Aetherextract . . . 1,68 bis 2,53 bis 1,72 Proc.
Im Rückenmarksfette . . . . . . 1,32 bis 1,21 „

Aehnliche Resultate erhielt v. Bibra. beim Rückenmarksfett verschiedener Thiere.

Anorganische Bestandtheile des Rückenmarks.

Die anorganischen Bestandtheile des, vorher mit Aether erschöpften Rückenmarks, hat v. Bibra in derselben Weise bestimmt, wie beim Gehirn. Irgend welche Gesetzmässigkeiten ergeben sich aus diesen Bestimmungen nicht.

Quantitative Analysen der Nerven.

Die von v. Bibra angestellten quantitativen Analysen der Nerven, eines und desselben Individuums und hinwiederum der gleichnamigen Nerven verschiedener Organismen, ergeben ausserordentliche Schwankun-

gen im Gehalt an Aetherextract und an Wasser, die irgend eine Gesetzmässigkeit durchaus nicht erkennen lassen.

Nach den Untersuchungen von v. Bibra über die Natur des Aetherextractes der Nerven, scheinen bei diesen die fettähnlichen Gehirnstoffe, das Protagon und das Cholesterin, gegen die eigentlichen Fette (Palmitin und Oleïn) zurückzutreten.

So gab das vereinigte Aetherextract des N. cruralis und ischiadicus eines 93jährigen Mannes in 100 Theilen:

Cerebrin (Protagon)	3,40
Phosphorhaltige Fette	0,75
Cholesterin	0,88
Palmitin und Oleïn	94,97
	100,00

Aehnliche Verhältnisse ergaben sich in den meisten anderen Fällen beim Menschen; nur im Aetherextract des Nervus opticus, wurden 28,57 Proc. Cerebrin und ausserdem viel Cholesterin gefunden.

Auch die Analyse des Aetherextracts der Nervi crurales, ischiadici und der Cauda equina des Pferdes, bestätigte den geringeren Cholesteringehalt der Nerven, gegenüber Gehirn und Rückenmark.

Elektrische Organe von Torpedo.

Anhang. Bei der chemischen Untersuchung der elektrischen Organe von Torpedo, fand Max Schultze: Schleim, Harnstoff in verhältnissmässig grosser Menge, Kreatinin, Taurin (?), Milchsäure (?), phosphorsauren Kalk in grosser Menge, Chlornatrium und Spuren von Sulfaten im wässerigen Auszuge.

Von gewebsbildenden Bestandtheilen: collagenes Bindegewebe, elastische Fasern, gallertiges Bindegewebe mit Nervenfasern und Blutgefässen, Syntonin und ein in verdünnter Salzsäure, Salpeterwasser und kohlensaurem Kali unlösliches Albuminat, als Bestandtheil der elektrischen Platten.

Literatur zur Chemie des Gehirns und der Nerven. v. Bibra: Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen u. der Wirbelthiere. Mannheim 1854. — Derselbe: Ueber das Rückenmark und die Nerven. Annal. d. Chem. u. Pharm. XCI, S. 1. — Schlossberger: Erster Versuch einer allgem. u. vergl. Thierchemie. Leipzig 1856 (Nerven- u. Muskelgewebe). — W. Müller: Annal. d. Chem. u Pharm. CIII, 131; Bd. CV, 361. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. CVII, 314. — Lorenz: Ueber die chemische Zusammensetzung des Gehirns. Inauguraldissert. Würzburg 1859. — Neukomm: Ueber das Vorkommen von Leucin, Tyrosin u. s. w. im menschlichen Körper bei Krankheiten. Dissert. Zürich 1859. — M. Schultze: Journ. f. prakt. Chem. LXXXII, S. 1. — O. Liebreich: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXXIV, S. 29.

VII. Chemie der drüsigen Organe.

Nachdem Liebig durch seine classische Arbeit über die Flüssigkeiten des Fleisches gezeigt hatte, dass auch complexere Gewebe einer erfolgreichen chemischen Untersuchung zugänglich sind, hat man von verschiedenen Seiten die parenchymatösen Flüssigkeiten der wichtigsten drüsigen Organe der chemischen Untersuchung unterworfen, indem man dabei Wege einschlug, welche mit den von Liebig bei der Bearbeitung der Fleischflüssigkeiten gebahnten, mehr oder weniger vollständig übereinstimmten.

Die Hoffnung, auf diesem Wege zu für die Physiologie bemerkenswerthen Resultaten zu gelangen, wurde nicht getäuscht, indem es gelang, in diesen Organen mancherlei Stoffe aufzufinden, die bis dahin im Organismus entweder gar nicht, oder nicht an diesem Orte nachgewiesen waren und die, über die regressive Stoffmetamorphose im Allgemeinen und insbesondere aber auch, über den Stoffwechsel und die Bedeutung der fraglichen Organe, vielfache Aufklärungen gaben. Man hat sich bei diesen Untersuchungen meist auf die, durch Wasser und nachheriges Auspressen auslaugbaren Bestandtheile der Drüsen beschränkt und in der That auf diesem Wege wichtigere Resultate erlangt, als durch hier und da ausgeführte quantitative Scheidungen der allgemeinen Bestandtheile der Drüsen, die man dabei als Ganzes auffasste und durch welche man nichts weiter erfuhr, wie den Wassergehalt der Drüsen, ihren Gehalt an Salzen, an löslichen Albuminaten und an unlöslichem Rückstand, — Thatsachen, die wohl bei der Beantwortung präcis gestellter Fragen, unter ganz besonderen Bedingungen von Werth sein können, allgemein betrachtet aber ohne physiologische Bedeutung sind.

Wir theilen, da wir sonst zu beständigen Wiederholungen genöthigt wären, die bei der Untersuchung von Drüsensäften in Anwendung gezogenen Methoden in ihren Grundzügen ein- für allemal hier mit.

Untersuchungsmethoden von Liebig und Scherer.

Der von Liebig, bei der Untersuchung der Flüssigkeit des Fleisches eingeschlagene und seither bei der Untersuchung mehrerer Drüsen befolgte Weg ist folgender:

Man versetzt die kalten wässerigen Auszüge, durch erschöpfende Behandlung der passend zerkleinerten Gewebe mit kaltem Wasser und tüchtiges Auspressen des Rückstandes erhalten, nachdem daraus durch Aufkochen das Albumin abgeschieden ist, mit Barytwasser, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Derselbe enthält in allen Fällen phosphorsauren und etwas schwefelsauren Baryt, phosphorsaure Bittererde und möglicherweise auch Harnsäure und Sarkin (auch wohl Xanthin?).

Das Filtrat von dem Barytniederschlage, vertheilt man in grosse

flache Porzellanschalen und concentrirt es im Wasserbade, bei einer unter der Kochhitze des Wassers liegenden Temperatur; dabei bilden sich häufig schleimige sich immer wieder erneuernde Häute; diese Ausscheidungen enthalten kohlensauren Baryt, eine caseïnähnliche Materie, möglicherweise aber auch Harnsäure und Sarkin. Ist die Flüssigkeit bis zur dünnen Syrupsconsistenz abgedampft, so stellt man sie an einen mässig warmen Ort und überlässt sie sich selbst, wobei vorhandenes Kreatin allmählich auskrystallisirt. Die Mutterlauge mit Alkohol behandelt, giebt an diesen etwa vorhandenes Leucin und Tyrosin ab, welche sich beim Verdunsten der alkoholischen Flüssigkeiten ausscheiden, ebenso auch Kreatinin. Destillirt man die Mutterlauge mit Schwefelsäure, so erhält man im Destillat vorhandene flüchtige Fettsäuren; aus dem Destillationsrückstande können, durch öfteres Schütteln mit Aether die letzten Antheile der flüchtigen Säuren, sowie sämmtliche vorhandene Milch- und Bernsteinsäure gewonnen werden; letztere krytallisirt beim freiwilligen Verdunsten der ätherischen Lösung. Der, durch Schütteln mit Aether von den freien Säuren befreite Destillationsrückstand, wird allmählich mit so viel starkem Alkohol versetzt, bis sich die Flüssigkeit bleibend trübt, auch wohl die Flüssigkeit mit Alkohol gekocht, bis die Trübung wieder verschwindet; es scheidet sich schwefelsaures Kali und etwa vorhandener Inosit allmählich in Krystallen aus.

Um aus den Barytniederschlägen, sowie auch aus den, während des Abdampfens sich bildenden häutigen Ausscheidungen, Harnsäure und Sarkin zu gewinnen, vereinigt man dieselben und behandelt sie mit kochender Kalilauge, welche Harnsäure und Sarkin aufnimmt. Man filtrirt und versetzt mit Salzsäure bis zur sauren Reaction; entsteht dadurch ein Niederschlag, so kann derselbe aus Harnsäure und Sarkin bestehen. Aus der kalischen Lösung fällt, auf Zusatz von Chlorammonium die Harnsäure als harnsaures Ammoniak heraus, während Sarkin gelöst bleibt und durch Abdampfen der ammoniakalischen Lösung erhalten wird. Zweckmässiger ist es, zur Ermittelung und Gewinnung des Sarkins, die Methode von Strecker in Anwendung zu ziehen. Man benutzt dann dazu die Mutterlauge vom Kreatin, oder überhaupt, wenn letzteres nicht vorhanden war, das concentrirte Filtrat vom Albumincoagulum der wässerigen Auszüge. Man verdünnt diese Mutterlaugen oder Filtrate mit Wasser, versetzt sie mit einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd und erhitzt zum Kochen. Den gebildeten Niederschlag vertheilt man nach dem sorgfältigen Auswaschen in Wasser, zerlegt mit Schwefelwasserstoff, filtrirt vom Schwefelblei ab und findet nun das Sarkin im Filtrate, woraus es sich beim allmählichen Verdunsten ausscheidet.

Untersuchungsmethode von Städeler.

Eine andere Methode wurde bei derartigen Untersuchungen von Städeler und seinen Schülern eingeschlagen. Die noch frischen, fein zerhackten, oder auch wohl durch Verreiben mit grobem Glaspulver zerquetschten Organe, werden mit Wasser angerührt und ausgepresst. Aus

den filtrirten Flüssigkeiten wird das Albumin durch Kochen, nöthigenfalls unter Zusatz von etwas Essigsäure, coagulirt und das Filtrat durch Bleiessig gefällt. Aus dem Filtrat vom Bleiniederschlage, entfernt man das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff, verdampft die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit zur Syrupsconsistenz, behandelt mit siedendem starken Weingeist und verdunstet den Auszug zur Krystallisation, wobei sich Leucin und Tyrosin, welches letztere bei Gegenwart von Extractivstoffen keineswegs unlöslich ist und möglicherweise auch Taurin ausscheiden. Sind grössere Mengen von Tyrosin vorhanden, so findet es sich in dem in Weingeist unlöslichen Rückstand, der zuweilen auch Glutin enthält. Der Bleiessigniederschlag kann Harnsäure, Sarkin, Xanthin, Inosit, Cystin, möglicherweise auch Tyrosin und Taurin enthalten. Man zerlegt ihn nach dem Auswaschen, in Wasser vertheilt, durch Schwefelwasserstoff und concentrirt das Filtrat, wobei sich die Harnsäure, wenn sie vorhanden ist, in Krystallen abscheidet; aus dem Filtrat erhält man auf die oben beschriebene Weise Inosit, daneben scheiden sich, wenn sie vorhanden sind, gewöhnlich auch Cystin, Xanthin und Sarkin aus.

Zur Gewinnung des Xanthins und xanthinähnlicher Stoffe aus der Leber und anderen Drüsen, verwandelt man nach Almén (Städeler) die Organe mittelst Glaspulver in Brei, extrahirt warm mit Weingeist, verdunstet und fällt mit Bleizucker. Das Filtrat vom Bleizuckerniederschlag, wird mit Bleiessig gefällt und die vom Bleiessigniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit, mit so viel essigsaurem Quecksilberoxyd versetzt, dass die Reaction noch schwach alkalisch bleibt. Der Bleiessig- und Quecksilberoxydniederschlag, enthalten sämmtliches Xanthin und Hypoxanthin (Sarkin), von denen ersteres sich aus der Lösung, nach Entfernung der Metalloxyde durch Schwefelwasserstoff und Eindampfen, in Krusten abscheidet.

Leber.

Chemische Bestandtheile.

Die bisher in der Leber, theils des Menschen und theils von Thieren nachgewiesenen chemischen Bestandtheile, sind nachstehende:

Wasser, — lösliches Albumin, — Collagen, — Fette, worunter Oleïn, Palmitin und Stearin, — Traubenzucker, — Glykogen, — Milchsäure und flüchtige Fettsäuren, — Inosit, — Guanin, — Harnsäure, — Sarkin, — Xanthin, — Scyllit, — Cystin, — Leucin und Tyrosin, — Harnstoff, — Bilirubin und Gallensäuren, — nicht näher isolirte extractive Materien, — anorganische Salze: Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen, gebunden an Chlor, Phosphorsäure und Schwefelsäure, — Mangan und Spuren von Kieselerde.

Es ist eine bekannte und forensisch sehr wichtige Thatsache, dass

in den Organismus eingeführte Metalle, sich vorzugsweise in der Leber localisiren und hier, auch dann noch in nachweisbarer Menge vorhanden sind, wenn sie sich anderswo nicht mehr nachweisen lassen. Am häufigsten finden sich in der Leber von derartigen Metallen: Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink, Arsenik und Antimon.

Blei und Kupfer lassen sich spurenweise, in den meisten Lebern nachweisen, da Spuren dieser Metalle mit den Nahrungsmitteln aus verschiedenen Gründen, in den Organismus gelangen können.

Bezüglich der oben angeführten organischen Bestandtheile der Leber bemerken wir zur Erläuterung Folgendes:

Das lösliche Albumin stammt zum Theil allerdings aus den Blutgefässen, allein seine Menge ist zu bedeutend, als dass man es ganz auf Rechnung derselben setzen könnte; Collagen gehört den leimgebenden Gewebstheilen der Leber an; wird die Leber längere Zeit gekocht, so verwandelt es sich in Glutin und findet sich dann im Leberdecocte.

Die Fette der Leber, die sich bei gewissen Krankheiten, wie wir später erörtern werden, ausserordentlich vermehrt zeigen, sind qualitativ keineswegs genau gekannt; dieselben sind zum Theil in Alkohol und Aether, zum Theil in Aether allein und zum Theil endlich in Alkohol allein löslich; der in Alkohol und Aether lösliche Theil, enthält zuweilen, aber im Allgemeinen selten, Spuren von Cholesterin (v. Bibra); bei 15 bis 18°C. ist er noch fest und stets braun gefärbt. Die eigentlichen verseifbaren Fette der Leber, enthalten jedenfalls Oleïn in bedeutender Menge, ausserdem Palmitin und Stearin.

Der Traubenzucker wurde von Cl. Bérnard als Normalbestandtheil der Leber nachgewiesen. Der Zuckergehalt der Leber ist ein wechselnder und bis zu einem gewissen Grade, von der Nahrung und der Zeit der Nahrungsaufnahme abhängig, allein die Leber enthält auch dann Zucker, wenn dem Organismus gar keine oder keine stärkmehl- und zuckerhaltigen Nahrungsmittel zugeführt wurden. Wir werden erst weiter unten auf die Mengenverhältnisse eingehen. Bezüglich der Ansicht Ritter's und Pavy's, dass die Leber während des Lebens keinen, oder nur Spuren von Zucker enthalte und derselbe sich erst nach dem Tode bilde, vgl. Seite 199.

Das Glykogen kann ebenfalls als ein Normalbestandtheil der Leber angesehen werden; da es sich, durch Injection der Leber mit Wasser aus selber leicht auswaschen lässt, scheint es vorzugsweise in den grösseren Lebergängen enthalten zu sein.

Milchsäure wurde von verschiedenen Beobachtern in der Leber des Menschen und der Thiere nachgewiesen, während flüchtige Fettsäuren insofern nicht als Normalbestandtheil der Leber angesprochen werden können, als sie bisher nur in der Leber des Ochsen gesucht und nachgewiesen zu sein scheinen (Gorup-Besanez). Inosit hat man in der Leber bald gefunden und bald vergeblich gesucht. Cloëtta

fand ihn in der Leber des Ochsen, Neukomm in jener des Menschen bei Brightischer Nierenkrankheit, aber nur ein einziges Mal, während er in der Leber an anderen Krankheiten Verstorbener, vergeblich gesucht wurde. Es erscheint demnach mindestens zweifelhaft, ob der Inosit als Normalbestandtheil der Leber anzusehen ist, oder ob er darin nur unter gewissen, bis nun unbekannten Bedingungen auftritt. In der Leber und anderen Organen von Knorpelfischen, namentlich Plagiostomen, wurde von Städeler und Frerichs Scyllit aufgefunden.

Die Harnsäure dagegen scheint regelmässig in der Leber vorzukommen. Sie findet sich in der Menschen- und Ochsenleber constant und zwar in ziemlicher Menge (Scherer, Cloëtta).

Sarkin und Xanthin scheinen die Harnsäure häufig zu begleiten; wenigstens fand Scherer neben Harnsäure, Sarkin in jeder Menschenleber, Xanthin bei gelber Leberatrophie und in der Leber des Ochsen und Städeler und Almén fanden Xanthin in der Leber des Ochsen, aber weder Sarkin noch Guanin. Das Vorkommen des Guanins in der Leber, ist überhaupt noch nicht mit voller Sicherheit constatirt.

Cystin wurde nur ein einziges Mal in der Leber aufgefunden und zwar in der Leber eines am Typhus vorstorbenen Säufers und ist daher wohl als pathologischer Bestandtheil aufzufassen (Scherer). Taurin wurde mit voller Sicherheit in der Leber überhaupt noch gar nicht nachgewiesen. In der Leber eines, an Krebscachexie verstorbenen Individuums fand Neukomm einmal Krystalle, die er nach ihrem Habitus und ihrem Verhalten in der Hitze, für Taurin zu halten geneigt war.

Geringe Mengen von Leucin kommen zuweilen in normalen Lebern vor, nicht aber Tyrosin. Beide Stoffe treten aber in der Leber, in reichlicher Menge, bei verschiedenen Krankheiten auf und sind hier von besonderer physio-pathologischer Bedeutung.

Harnstoff ist sicherlich kein Normalbestandtheil der Leber. Neukomm fand ihn ein einziges Mal, in der Leber eines an Tuberculose zu Grunde gegangenen Mädchens.

Bilirubin in Krystallen wurde von Virchow in einer carcinomatösen Leber und von Valentiner nachgewiesen.

Gallensäuren müssen sich unter den extractiven Materien der Leber nothwendiger Weise vorfinden, da in den Gallengängen bereits fertig gebildete Galle enthalten ist und dasselbe gilt von dem Gallenfarbstoff; bestimmte Angaben über ihre Nachweisung in den Leberauszügen scheinen aber zu fehlen.

Die von Cl. Bérnard und Hensen angenommene Existenz eines eiweissartigen Ferments, welches das Glykogen in Zucker verwandeln soll, ist chemisch ebensowenig bestimmt erwiesen, wie die eines in Wasser unlöslichen Glykogens, dessen Existenz Hensen aus der Beobachtung erschliessen will, dass auch solche Lebern mit Ferment oder Salzsäure behandelt Zucker geben, aus welchen durch Wasser, weder Zucker noch gewöhnliches Glykogen ausgezogen werden kann.

Der wässerige Auszug der Leber reagirt nach v. Bibra deutlich sauer, wird bei längerem Stehen opalisirend und färbt sich von oben herab grünlich (Uebergang von Bilirubin in Biliverdin?).

Das Gewebsgerüste der Leber, insbesondere das Gewebe der Blut- und Gallengefässe, besteht aus den gewöhnlichen Bestandtheilen dieser Formelemente; die Flüssigkeit, welche durch Extraction der zerkleinerten Leber mit Wasser erhalten wird, ist ein Gemenge des Inhaltes der Blut- und Lymphgefässe, der Leberzellen, Lebergänge und Gallengänge und der Schleimdrüsen.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Quantitative Analysen der Leber als Ganzes, wurden in grosser Menge von v. Bibra an Menschen und Thieren angestellt. Er bestimmte den Wassergehalt, das lösliche Albumin, Glutin, die extractiven Materien collectiv. Er bestimmte endlich die anorganischen Bestandtheile.

Oidtmann, der ebenfalls Leberanalysen ausführte, bestimmte den Gehalt an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen und zerlegte die letzteren genauer, als dies von v. Bibra geschehen war.

Wir stellen einige der, gesunde Lebern betreffenden Analysen tabellarisch zusammen.

Quantitative Analysen der Leber von Menschen und Thieren, bei normaler Beschaffenheit der Leber.

In 1000 Theilen	Leber von Menschen. v. Bibra					
	Junger Mann Tod in Folge eines Sturzes	Geisteskranker Mann	Weib an Karbunkel verstorben	Frau nach einer Amputation gestorben	Mann von 36 Jahren Typhus	Jüngling von 18 Jahren Typhus
Wasser	761,7	782,4	727,2	763,1	751,8	785,4
Feste Stoffe	238,3	217,6	272,8	236,9	248,2	214,6
Unlösliche Gewebe	94,4	96,9	112,4	101,8	102,0	90,8
Lösliches Albumin	24,0	16,5	26,7	29,9	26,3	27,2
Glutin	33,7	39,9	58,2	26,7	40,5	55,3
Extractivstoffe	60,7	27,8	50,2	45,7	45,7	23,1
Fett	25,0	36,5	25,3	32,8	33,7	18,2

Eine volle Garantie dafür, dass die Analyse mit einer gesunden Leber angestellt wurde, bietet wohl nur der Fall I. dar, denn in den übrigen Fällen, kann wohl nur der Umstand für die normale Beschaffenheit der Leber angeführt werden, dass pathologisch-anatomische Veränderungen an den Lebern nicht nachzuweisen waren.

In 1000 Theilen	Leber von Thieren. v. Bibra.					
	Ochs		Kalb	Reh	Taube	
	I.	II.				
Wasser	708,6	719,2	728,0	728,6	719,7	735,8
Feste Stoffe . . .	291,4	280,8	272,0	271,4	280,3	264,2
Unlösliche Gewebe .	129,8	112,9	110,4	120,0	114,0	132,2
Lösliches Albumin .	10,4	23,5	19,0	32,2	17,7	28,6
Glutin	67,7	62,5	47,2	41,7	43,4	32,5
Extractivstoffe . .	57,1	49,1	71,5	42,3	51,7	42,2
Fett	26,4	32,8	23,9	35,2	53,6	28,7

Bei den Analysen der Thierlebern stellt sich eine viel grössere Uebereinstimmung in der Zusammensetzung heraus, wie diejenige, welche sich in obigen Analysen von Menschenlebern zeigt.

Allgemeine Folgerungen lassen sich übrigens aus allen diesen Analysen nicht ziehen.

Die Analysen von Oidtmann geben wir in nachstehender Tabelle:

In 1000 Theilen	Leber von Menschen. Oidtmann.			
	Geisteskranker Mann von 58 Jahren Leber 1495 Grm.	58jähriger Mann Marasmus senilis Leber 470 Grm.	Neugeborenes Kind Syphilis Leber 150 Grm.	Alte Frau
Wasser	740,31	625,93	825,04	806,31
Organische Stoffe .	248,66	363,40	165,87	186,51
Anorganische Stoffe	11,03	10,66	9,08	7,18
Chlor	0,285	0,227	0,380	—
Phosphorsäure . .	5,535	0,592	3,867	—
Schwefelsäure . .	0,102	0,038	0,081	—
Kieselsäure	0,030	0,013	0,016	—
Kali	2,783	6,826 (Kali + Natron)	3,126	—
Natron	1,601		1,014	—
Kalk	0,399	0,412 (Kalk + Bittererde)	0,029	—
Bittererde	0,023		0,005	—
Eisenoxyd	0,303	—	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd . .	—	2,491	0,490	—
Manganoxydul . .	0,011	—	—	—
Kupferoxyd . . .	0,006	—	—	—
Bleioxyd	0,001	—	—	—

In 1000 Theilen	Leber von Thieren. Oidtmann.				
	Kaninchen	Junger Hund	Alter Hund	Stör	Karpfen
Wasser	560,52	792,75	632,76	818,16	782,88
Organische Stoffe	431,35	198,29	359,85	169,68	203,70
Anorganische Stoffe	8,12	8,96	7,39	12,16	13,42

Aus seinen zahlreichen Beobachtungen zieht Oidtmann den Schluss, dass der Wassergehalt der Leber und der drüsigen Organe überhaupt, zu dem Alter und der körperlichen Ausbildung des Organismus in umgekehrtem Verhältnisse stehe, auch wachse mit dem Lebensalter der Aschengehalt. Unter den anorganischen Bestandtheilen der Leber prävaliren die Kalisalze über die Natronsalze, jedoch in geringerem Grade als im Fleische.

Dies ergiebt sich in der That, wenn wir die, von Oidtmann für die anorganischen Bestandtheile der Leber erhaltenen Zahlen, auf 100 Thle. Asche berechnen und die so berechnete Zusammensetzung der Leberasche neben jene der Fleischasche stellen, wie dies in nachstehender Tabelle ausgeführt ist.

Aschenanalysen der Leber verglichen mit denen des Fleisches.

In 100 Theilen Asche	Leber		Fleisch	
	Mann. Oidtmann	Kind. Oidtmann	Ochs. Stölzel	Kalb. Staffel
Kali	25,23	34,72	35,94	34,40
Natron	14,51	11,27	—	2,35
Magnesia	0,20	0,07	3,31	1,45
Kalk	3,61	0,33	1,73	1,99
Kalium	—	—	5,36	—
Natrium	—	—	—	} 10,59
Chlor	2,58	4,21	4,86	
Phosphorsäure	50,18	42,75	34,36	48,13
Schwefelsäure	0,92	0,91	3,37	—
Kieselsäure	0,27	0,18	2,07	0,81
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	} 5,45	—	—
Eisenoxyd	2,74		0,98	0,27
Manganoxydul	0,10		—	—
Kupferoxyd	0,05		—	—
Bleioxyd	0,01		—	—
Kohlensäure	—	—	8,02	—

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich die grosse Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Leber- und Fleischasche auf das Unzweideutigste.

In der Rindsleber fand Almén 0,024 Proc. Xanthin.

Schwankungen des Zuckergehaltes der Leber.

Ueber den Zuckergehalt der Leber und über die Schwankungen, die er unter verschiedenen physiologischen Bedingungen zeigt, wurden von Cl. Bérnard, Moos und Stockvis Untersuchungen angestellt.

Einfluss der Nahrungsaufnahme, der Art der Nahrung und der Innervation.

Aus diesen und anderen Beobachtungen lässt sich der allgemeine Schluss ziehen, dass der Zuckergehalt der Leber, von der Zeit der Nahrungsaufnahme, von der Art derselben und von der Innervation bis zu einem gewissen Grade beeinflusst wird.

1. Die Leber gesunder Individuen, die unter normalen Lebensbedingungen stehen, ist immer zuckerhaltig, gleichgültig, ob die Nahrung eine ausschliesslich animalische, oder ob sie eine ausschliesslich vegetabilische oder gemischte ist.

2. Bei vollständiger Nahrungsentziehung, vermindert sich der Zucker in der Leber, bei nahendem Hungertode, verschwindet er auch wohl ganz.

3. Einige Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit, erreicht der Zuckergehalt der Leber gewöhnlich sein Maximum.

4. Bei reiner Fleischnahrung, wird in der Leber nicht weniger Zucker erzeugt als bei gemischter und selbst bei ausschliesslicher Nahrung mit Mehl und Zucker; füttert man ausschliesslich mit Wasser und Leim, oder mit Wasser und Stärkmehl, so findet ebenfalls eine erhebliche Verminderung des Zuckergehaltes der Leber nicht statt; bei alleiniger Nahrung von Fett und Wasser aber, sinkt der Zuckergehalt beträchtlich.

5. Eine Zuckervermehrung in der Leber tritt ein: nach der Piqûre und nach der Durchschneidung der Nervi splanchnici (Cl. Bérnard, Gräfe, Hensen).

6. Eine erhebliche Verminderung, bis zum gänzlichen Verschwinden des Zuckers tritt ein, nach Durchschneidung des Nervus vagus (Cl. Bérnard, Moos); Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der Halsanschwellung, soll den Zucker verschwinden machen, nicht aber das Glykogen; Durchschneidung des Rückenmarks über der Halsanschwellung, macht Zucker und Glykogen aus der Leber verschwinden (Cl. Bérnard). Nach dem letztgenannten Physiologen soll übrigens nur dann eine Verminderung des Zuckergehaltes auf Durchschneidung des N. vagus folgen, wenn dieselbe am Halse vorgenommen wird, während eine Durchschneidung desselben unter der Brusthöhle, keine Verminderung des Zuckers bewirkt und Reizung des centralen Stumpfes, eines am Halse durchschnittenen Vagus, ihn sogar vermehren würde.

7. Die Leber eines Thieres, das bis zur Todeskälte (18 bis 20° C.) abgekühlt ist, verliert den Zucker, nicht aber das Glykogen: wird das

Thier wieder erwärmt, so kehrt der Zucker wieder. Wird das Thier aber auf 50 bis 60° C. erwärmt, so verschwinden Zucker und Glykogen.

8. Vergiftung durch Curare bei künstlich eingeleiteter Athmung. Einspritzung von Aether und verdünnter Ammoniaklösung in die Pfortader und Einathmung von Aetherdämpfen, sollen eine Vermehrung des Zuckergehaltes der Leber veranlassen (Cl. Bérnard, Harley, A. Reynoso).

9. Die Milchabsonderung soll nach Moos, eine Vermehrung des Zuckergehaltes der Leber zur Folge haben, was aber Cl. Bérnard nicht bestätigt finden konnte.

Auch über die Schwankungen des Gehaltes der Leber an Glykogen, sind in jüngster Zeit mehrfache Beobachtungen von R. Mac-Donnell und Tscherinoff angestellt. Nach R. Mac-Donnell steht das Lebergewicht und der Gehalt derselben an Glykogen, in einer bestimmten Beziehung zur Ernährung. Fütterung mit Amylaceis steigert beides. Fütterung mit Leim soll aber, entgegen den von Cl. Bérnard erlangten Resultaten, den Glykogengehalt der Leber nicht vermehren. Tscherinoff fand bei Fleischnahrung, den Glykogengehalt der Leber von Hühnern am niedrigsten: 1,70 Proc. vom Gewicht der feuchten Leber, bedeutend höher bei Gerstenfutter: 6,6 Proc. und bei Fütterung mit Reis: 7,98 Proc.; am höchsten: 12,80 Proc. bei Fütterung mit Rohrzucker und Fibrin. Bei letzterem Modus der Ernährung, bekamen überdies die Thiere alle Fettleber. Einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme, ist der Glykogengehalt der Leber am grössten, dann nimmt er ab. Beim Hungern kann er gänzlich verschwinden (R. Mac-Donnell, Tscherinoff.).

Schwankungen im Fettgehalt der Leber.

Sehr bedeutenden Schwankungen ist auch der Fettgehalt der Leber unterworfen, wie sich dies schon aus den oben mitgetheilten Analysen v. Bibra's ergiebt. In der gesunden Leber scheint er mit dem allgemeinen Fettreichthum des Körpers zu wachsen; er ist aber auch entschieden abhängig vom Fettgehalt der Nahrung, wie schon Magendie, Gray, Laue u. A. behauptet hatten. Frerichs hat durch exacte Versuche die Richtigkeit dieses Satzes dargethan; wenn er Hunde, denen er ein Stückchen Leber ausgeschnitten, mit fettreicher Nahrung fütterte, so ergab sich schon nach 22 Stunden eine merkliche Zunahme des Fettgehaltes der Leber und nach 8 Tagen war die Leber mit Fett aufs Reichlichste erfüllt. Wurde umgekehrt fettarme Nahrung gereicht, so fand alsbald eine Abnahme des Fettgehaltes der Leber statt. Die Fette werden in das Innere der Leberzellen als Körnchen und Tröpfchen, zuweilen aber auch krystallinisch abgelagert. Ausser in den Zellen soll aber das Fett auch frei in den Gallengängen vorkommen (Vogel, Wedl).

Pathologische Veränderungen.

Pathologisch-chemische Veränderungen der Leber. Bei verschiedenen Krankheiten treten in der Leber Stoffe auf, welche in gesunden Lebern entweder nicht, oder nur in sehr geringen Mengen vor-

zukommen scheinen; hierher gehören **Leucin** und **Tyrosin**, **Cystin** und **Harnstoff**. Meist ist das Auftreten dieser Stoffe von der Beeinträchtigung der Leberfunction: der Gallenbildung, begleitet, doch ist namentlich die Vermehrung des **Leucins** und **Tyrosins** in der Leber, bei so vielen Krankheiten beobachtet, dass eine bestimmte Beziehung zu Leberkrankheiten im engeren Sinne, nicht angenommen werden kann. Man hat diese Vermehrung beobachtet bei Typhus, Pyämie, perniciösen Wechselfiebern, Pleuritis mit Cerebralerscheinungen, Rückenmarkslähmungen, Anämie, Tuberculose, acutem Gelenksrheumatismus, Herzkrankheiten, endlich im bösartigen Icterus, acuter Leberatrophie und acuter gelber Erweichung der Leber, sonach eigentlichen Leberkrankheiten.

Quantitative Analysen der Leber in Krankheiten

Quantitative Analysen der Leber in Krankheiten sind, wie bereits oben bemerkt, von v. **Bibra**, **Frerichs** und **Folwarczny** angestellt. Der Werth der Analysen des erstgenannten Chemikers aber wird dadurch wesentlich beeinträchtigt, dass eine Vergleichung der Analysen, mit den pathologisch-anatomischen Veränderungen der betreffenden Lebern nicht möglich ist, da letztere nicht constatirt zu sein scheinen. Dieser Vorwurf trifft die Analysen von **Frerichs** nicht. Wir stellen einige dieser Analysen zusammen.

In 1000 Theilen	Frerichs			v. Bibra			Folwarczny	
	Fettleber	Wachsleber	Granulirte Fettleber	Lebererweichung 91jährige Frau	Fettleber Tuberculose	Leberscirrhus 68jährig. Mann	Diabetes mellitus	Embolie der Art. hepat.
Wasser	730,9	802,0	783,3	731,5	710,3	775,6	753,7	807,8
Feste Stoffe	269,1	198,0	216,7	268,5	289,7	224,4	246,3	192,2
Lösliches Albumin	36,7	35,0	13,7	40,8	13,8	9,6	66,9	21,4
Unlösliches Gewebe	40,0	36,0	136,9	119,7	31,0	14,8	117,1	88,9
Glutin	19,8	115,0	46,1	34,6	44,2	46,2	11,2	11,6
Extractivstoffe				52,0	26,5	76,7	22,4	36,6
Fett	172,6	22,0	20,0	21,4	174,2	77,1	18,9	24,4
Lösliche Salze	—	—	—	—	—	—	9,8	4,2
Unlösliche Salze	—	—	—	—	—	—	0,05	5,0

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus diesen wenigen Analysen nicht ziehen, ausser etwa der höhere Fettgehalt der Leber, unter jenen Bedingungen, unter welchen ihn auch die pathologische Anatomie schon nachweist.

Bei Diabetes mellitus ist der Zuckergehalt der Leber bedeutend vermehrt (Bérnard, Stockvis, W. Kühne), während das Glykogen zu fehlen scheint (W. Kühne); in fieberhaften Krankheiten dagegen verliert sich der Zucker, vorausgesetzt, dass sich die Thiere der Nahrung enthalten, vollkommen. Nehmen die Thiere Futter zu sich, so verschwindet das Glykogen, nicht aber der Zucker (Cl. Bérnard). In der Allgemeinheit, wie diese Sätze ausgesprochen sind, bedürften sie weiterer Begründung.

Milz.

Die in den wässerigen Auszügen der Milz von Menschen und Thieren (Ochsen) aufgefundenen Stoffe, sind zahlreich und für die Bedeutung des Organs von Interesse. Es sind folgende:

Chemische Bestandtheile.

Lösliches Albumin — ein durch Essigsäure fällbares stark eisenhaltiges Albuminat — verschiedene eisenhaltige Pigmente — Fette, worunter ein halbfestes — Cholesterin, — flüchtige Fettsäuren: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, — Milchsäure, — Bernsteinsäure, — Inosit, — Scyllit, — Harnsäure, — Sarkin, — Xanthin, — Leucin, — Tyrosin, — Taurin, — anorganische Stoffe: Kali, Natron, Bittererde, Kalk, Eisen und Mangan, gebunden an Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure — Kieselerde und nicht selten Spuren von Kupfer und Blei.

Der wässerige Milchauszug reagirt sauer.

Das stark eisenhaltige Albuminat erhält man aus dem Filtrat vom Albumincoagulum des Milzextractes, durch Fällung mit Essigsäure; es entsteht dadurch ein in überschüssiger Essigsäure wenig löslicher weisser Niederschlag, der bei gelindem Erwärmen der Flüssigkeit, sich als eine körnige flockige Masse rasch abscheidet. Beim Trocknen backt er leimartig zusammen. Er enthält das eisenhaltige Albuminat (das Eisen wahrscheinlich als phosphorsaures), ausserdem aber noch Cholesterin und ein halbfestes Fett, die beide durch Behandlung des Niederschlags mit Aether ausgezogen werden. Durch langsames Verdunsten des ätherischen Auszuges, kann man das Cholesterin vom Fette trennen (Bödeker, Scherer). Die Fette der Milz sind übrigens nicht näher studirt; dasselbe gilt von den eisenhaltigen Pigmenten.

Flüchtige Fettsäuren fanden alle Beobachter in der Milz, ebenso fand ich Milchsäure, Bernsteinsäure in der Ochsenmilz (durch Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung constatirt). — Inosit wurde von Cloëtta, Scherer und Bödeker wiederholt und zwar in erheblicher Menge, in der Ochsenmilz aufgefunden, konnte aber von Neukomm in der Milz des Menschen, allerdings an Krankheiten

verstorbener, nicht nachgewiesen werden. Scyllit findet sich nach Städeler und Frerichs in der Milz der Plagiostomen.

Die Harnsäure wurde von Scherer, Cloëtta und von mir in der Milz, auch des Ochsen aufgefunden. Um diese Säure jedoch als constanten Bestandtheil der Milz anzusprechen, scheinen die Beobachtungen noch nicht zahlreich genug; auch konnte Neukomm unter Städeler's Leitung, die Harnsäure in der Menschenmilz, bei Syphiliscachexie und Delirium tremens nicht nachweisen.

Das Sarkin wurde von Scherer in der Milz des Ochsen entdeckt und unter dem Namen Hypoxanthin beschrieben. Er fand es aber auch in der menschlichen Milz und zwar in allen Altersperioden. Sein Vorkommen in der Ochsenmilz, wurde von verschiedenen Seiten bestätigt (Gorup-Besanez, Cloëtta, Städeler).

Das Xanthin wurde von Scherer in der Milz des Ochsen und des Menschen (bei Milztumor) nachgewiesen. Städeler bestätigt das Vorkommen xanthinähnlicher Körper in der Ochsenmilz.

Leucin und Tyrosin kommen in der Milz im gesunden und kranken Zustande, wie es scheint, constant und in ziemlicher Menge vor, jedoch in wechselnden relativen Gewichtsverhältnissen, bald überwiegt das Leucin und bald das Tyrosin.

Taurin wurde in der Milz des Rochen (*Raja batis* und *clavata*) aufgefunden (Städeler und Frerichs).

Die anorganischen Bestandtheile der Milz sind qualitativ dieselben, wie jene der Leber und auch von aussen in den Organismus eingeführte Metalle, wie Kupfer, Blei, Zink u. s. w., lassen sich ähnlich wie in der Leber, auch in der Milz meist nachweisen.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Genauere quantitative Bestimmungen der anorganischen Milzbestandtheile, des Wassers und der organischen Stoffe collectiv, wurden von Oidtmann ausgeführt. Um die Unterschiede in den quantitativen Verhältnissen der Leber und Milz übersichtlich zu machen, stellen wir die von Oidtmann mit Leber und Milz eines und desselben Individuums, angestellten Analysen tabellarisch zusammen.

In 1000 Theilen	Geisteskranker Mann. 56 Jahr		Geisteskranke Frau	Marasmus sen. 58jähriger Mann		Syphilitischer Neugeborener einige Stunden alt	
	Leber 1495 Grm.	Milz 198 Grm.	Milz 115 Grm.	Leber 470 Grm.	Milz 175 Grm.	Leber 150 Grm.	Milz 89,8 Grm.
Wasser	740,31	750,31	774,80	625,93	693,87	825,04	800,07
Feste Stoffe	259,69	249,69	225,20	374,07	306,13	174,96	199,93
Organische Stoffe	248,66	242,32	215,69	363,40	301,18	165,87	193,25
Anorganische Stoffe	11,03	7,36	9,50	10,66	4,94	9,08	6,67
Chlor	0,285	0,040	0,125	0,227	0,074	—	—
Phosphorsäure	5,535	1,995	1,803	0,592	0,172	—	—
Schwefelsäure	0,102	0,187	0,137	0,038	—	—	—
Kieselsäure	0,030	0,013	0,069	0,013	0,051	—	—
Kali	2,783	0,707	1,664	6,826	3,207	—	—
Natron	1,601	3,263	3,356			—	—
Kalk	0,399	0,551	0,694	0,412	0,049	—	—
Bittererde	0,023	0,036	0,097		—	—	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	1,548	2,491	1,373	—	—
Eisenoxyd	0,303	0,536	—	—	—	—	—
Manganoxydul	0,011	0,006	0,003	—	—	—	—
Kupferoxyd	0,006	0,005	0,004	—	Spur	—	—
Bleioxyd	0,001	—	0,003	—		—	—

Aus der Vergleichung dieser Analysen ergiebt sich, dass die Milz durchschnittlich wasserreicher ist, als die Leber, sie enthält ferner weniger Aschenbestandtheile. Unter den letzteren, ist das Verhältniss zwischen Kali und Natron ein umgekehrtes, wie bei der Leber; während in dieser die Kalisalze prävaliren, prävaliren in der Milz die Natronsalze bedeutend. Die Menge des Eisens ist in der Milz auffallend gross, was von dem Blutreichthum der Milz allein, um so weniger abgeleitet werden kann, als merkwürdiger Weise trotz dieses Blutreichthums der Chlorgehalt der Milz sehr gering ist.

Diese Verhältnisse treten bei einer übersichtlichen Darstellung der für 100 Theile Asche berechneten Zahlen noch deutlicher hervor.

Asche der Milz.

In 100 Theilen Asche	Leber	Milz	
	56jähriger Mann	56jähriger Mann	Frau
Kali	25,23	9,60	17,51
Natron	14,51	44,33	35,32
Magnesia	0,20	0,49	1,02
Kalk	3,61	7,48	7,30
Eisenoxyd	2,74	7,28	—
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	—	16,30
Chlor	2,58	0,54	1,31
Phosphorsäure	50,18	27,10	18,97
Schwefelsäure	0,92	2,54	1,14
Kieselsäure	0,27	0,17	0,72
Manganoxydul	0,10	0,08	0,03
Kupferoxyd	0,05	0,06	0,04
Bleioxyd	0,01	—	0,03

Von Oidtmann ausgeführte Bestimmungen des Gehaltes der Milz verschiedener Thiere, an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen, werden wir zugleich mit analogen, an anderen Drüsen von demselben Beobachter angestellten, weiter unten mittheilen.

Ueber pathologisch-chemische Verhältnisse der Milz ist wenig bekannt. Bei Diabetes mellitus fand W. Kühne wenig Zucker in der Milz und kein Glykogen.

Pancreas.

Chemische Bestandtheile.

Die im Gewebe der Bauchspeicheldrüse nachgewiesenen Stoffe sind nachstehende:

Wasser, — lösliches Albumin, — Leucin, — Tyrosin, — Guanin, — Xanthin, — Milchsäure, — flüchtige Fettsäuren, — Inosit, — Fette, — anorganische Salze.

In dem, Tage lang sich selbst überlassenen Auszuge des Pancreas, kommt ein Körper vor, der sich mit Chlorwasser oder salpetriger Säure roth färbt. Ferner habe ich im Gewebe der Bauchspeicheldrüse, das dem Leucin homologe Butalanin ($C_{10}H_{11}NO_4$) entdeckt; bei einer späteren Untersuchung konnte ich es nicht mehr auffinden.

In der Bauchspeicheldrüse bei Diabetes mellitus, fand Neukomm etwas Traubenzucker.

In keinem drüsigen Organe findet sich Leucin in solcher Menge, wie im Pancreas (Städeler u. Frerichs, Virchow, Gorup-Besanez, Scherer). Aus 20 Pfund Pancreas des Ochsen, erhielt Scherer 6 Unzen reinen Leucins, dagegen nur geringe Mengen von Tyrosin. Diese Menge Leucin entspricht 1,77 Proc. der frischen Drüse und bei einem Wassergehalt derselben von 76 bis 77 Proc., 7,37 Proc. der festen Bestandtheile. Scherer wies ausserdem nach, dass das Leucin kein Fäulnissproduct, sondern bereits in der frischen Drüse enthalten ist, indem er die Pancreasdrüse eines eben geschlachteten Ochsen, sofort nach dem Herausnehmen aus dem Körper, zerkleinern und in Bleizucker legen liess; durch Auskochen des so präparirten Pancreas und die weitere Behandlung des entbleiten Decocts, wurde viel Leucin erhalten.

Xanthin und Guanin finden sich in der Bauchspeicheldrüse, wie es scheint, wo nicht constant, doch sehr häufig. 20 Pfd. Pancreas des Ochsen lieferten Scherer 1,837 Grm. salzsaures Guanin = 1,238 Grm. Guanin und 1,681 Grm. Xanthin. Dies entspricht für 100 Thle. frischer Bauchspeicheldrüse, 0,0122 Guanin und 0,0166 Xanthin und letzteres ist daher im Pancreas in grösserer Menge enthalten, als im Fleische (0,0026 Grm.). Scherer erhielt diese beiden Körper aus der Bauchspeicheldrüse, indem er die durch Barytwasser ausgefällten und vorher durch Kochen von Albumin befreiten Auszüge, unter Zusatz von essigsaurem Kupferoxyd eindampfte, den Kupferniederschlag in Salzsäure und Wasser kochend löste, noch warm mit Schwefelwasserstoff zersetzte, vom Schwefelkupfer abfiltrirte und verdunstete, wobei sich zuerst Xanthin in stark gefärbten krystallinischen Krusten und später salzsaures Guanin in Nadeln abschied.

Inosit konnte Scherer in der Bauchspeicheldrüse nicht nachweisen, wohl aber Bödeker, der aus einem einzigen Pancreas des Ochsen reichliche Mengen von Inosit darstellte. Demnach dürfte der Inosit als constanter Bestandtheil der Bauchspeicheldrüse kaum zu betrachten sein.

Quantitative Bestimmungen über den Wassergehalt und den Gehalt an organischen und anorganischen Stoffen des Pancreas, werden wir weiter unter folgen lassen.

Andere Bestimmungen, so wie namentlich auch Analysen der Pancreasasche fehlen, ebensowenig hat die Chemie über pathologische Veränderungen dieser Drüse Aufschlüsse gebracht.

Pancreassteine.

Ein Concrement im Wirsung'schen Gange hat Lehmann untersucht. Es bestand hauptsächlich aus einem geronnenen Albuminat und enthielt ausserdem nur wenig kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Ein von O. Henry analysirter Pancreasstein bestand zu $^2/_3$ aus phosphorsaurem Kalk, zu $^1/_3$ aus gleichen Theilen von kohlensaurem Kalk und

organischer stickstoffhaltiger Materie mit Spuren von löslichen Salzen. Golding-Bird fand in einem Pancreasconcrement 80 Thle. phosphorsauren, 3 Thle. kohlensauren Kalk und 7 Thle. thierischer Materie.

Nieren.

Chemische Bestandtheile.

Die in den Nieren bisher überhaupt aufgefundenen Stoffe sind nachstehende:

Wasser, — lösliches Albumin, — Fette, — Sarkin, — Xanthin, — Cystin, — Taurin, — Kreatin, — Leucin, — Tyrosin, — Harnstoff, — Harnsäure, — oxalsaures Natron, — Inosit, — Scyllit, — Traubenzucker, — anorganische Salze, — Ammoniak.

Mit Ausnahme des Wassers, des Albumins, der Fette und der anorganischen Salze, ist es von allen übrigen aufgezählten Stoffen fraglich, ob sie als constante Bestandtheile des Nierengewebes anzusehen sind.

Sarkin und Xanthin wurden von Cloëtta und Städeler in den Ochsennieren aufgefunden, in Menschennieren von Neukomm.

Cystin in den Nieren des Ochsen von Cloëtta in einem Falle, in einem anderen Falle dagegen gelang es nicht, Cystin aufzufinden, und es fand sich statt dessen Taurin vor.

Kreatin wurde in der Niere von Hunden, deren Ureter 2 bis 3 Stunden unterbunden war, aufgefunden. Blieb der Ureter mehrere Tage lang geschlossen, so war das Kreatin verschwunden (Hermann).

Leucin wurde in der Niere des Ochsen weder von Cloëtta, noch von Städeler aufgefunden. In den Nieren eines an Cholera verstorbenen Menschen dagegen, so wie in den Nieren an verschiedenen Krankheiten Verstorbener, wurde es in reichlicher Menge gefunden, in anderen pathologischen Fällen dagegen fehlte es. Dasselbe gilt vom Tyrosin (Städeler, Neukomm). Beckmann fand in den Nieren Leucin und Tyrosin.

Harnsäure, wohl aus dem Harn stammend, wurde in menschlichen Nieren bei Tuberculose, Delirium tremens und Morbus Brighti von Neukomm nachgewiesen; sie fehlte aber in anderen Krankheiten und in den Nieren des Ochsen (Cloëtta).

Harnstoff fand Neukomm in den Menschennieren bei Morbus Brighti in einem Falle, in anderen Fällen und bei anderen Krankheiten konnte er nicht aufgefunden werden.

Oxalsaures Natron wurde ein einziges Mal bei Brightischer Krankheit aufgefunden (Neukomm).

Inosit wurde von Cloëtta in den Ochsennieren aufgefunden und zwar in reichlicher Menge; aus 13 Pfd. Ochsennieren erhielt er 5 bis 6

Gramm Inosit. In verhältnissmässig gleicher Menge, fand er ihn in der normalen Menschenniere und Neukomm wies ihn bei verschiedenen Krankheiten in der Niere nach, bei anderen dagegen nicht. In den Nieren der Knorpelfische fanden Städeler u. Frerichs Scyllit in reichlicher Menge.

Traubenzucker fanden Neukomm und später auch W. Kühne in den Nieren an Diabetes mellitus Verstorbener.

Es steht dahin, ob die von Neukomm mehrfach gefundenen Ammoniaksalze, einer Zersetzung des Harnstoffs ihren Ursprung verdanken.

Das Cystin, welches Cloëtta in den Nieren nachwies, fand sich in dem Niederschlag, welchen Bleiessig in dem von Albumin befreiten wässerigen Auszuge der Drüsen erzeugte. Der ausgewaschene Niederschlag wurde mit Schwefelwasserstoff zerlegt und die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit concentrirt, bis Alkohol eine bleibende Trübung erzeugte. hierauf mit dem gleichen Volumen Alkohol vermischt und bis zum Verschwinden der Trübung erwärmt. Neben Inosit schied sich dann ein bräunlicher Absatz aus, der sich als ein Gemenge von Cystin und xanthinähnlichen Körpern erwies, aus welchem kohlensaures Natron das Cystin auszog, die Xanthinkörper (Sarkin oder Xanthin oder ein Gemenge von beiden) aber ungelöst liess. Aus der Sodalösung wurde das Cystin durch Essigsäure gefällt.

Taurin fand Cloëtta in dem Filtrat des Bleiessigniederschlags; aus diesem Filtrat wurde das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt, dann dasselbe bis zur Syrupsconsistenz concentrirt, zur Entfernung der essigsauren Alkalien die Auflösung des syrupartigen Rückstandes in schwachem kalten Weingeist mit verdünnter Schwefelsäure gefällt und ein kleiner Ueberschuss der letzteren, durch vorsichtigen Zusatz von Barytwasser entfernt. Die klare Lösung wurde hierauf so weit eingedampft, bis ein gleiches Volumen Alkohol eine bleibende Trübung hervorbrachte, hierauf die ganze Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Alkohol vermischt und bis zum Verschwinden der Trübung erwärmt. Nach einigen Tagen schieden sich an den Wandungen des Gefässes Krystalle von Taurin aus.

Einige quantitative Bestimmungen vergleiche weiter unten.

Nebennieren.

Chemische Bestandtheile.

In dem Gewebe der Nebennieren hat man nachstehende Stoffe aufgefunden:

Wasser, — einen eigenthümlichen, in seiner Lösung durch Jod roth, durch Eisenchlorid schwarzblau gefärbten Körper, — Leucin, — Benzoësäure, — Hippursäure, — Taurocholsäure, — Taurin, — Fette, worunter Palmitin, — Myelin, — anorganische Salze: phosphorsaures Kali, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk und Bittererde, Chlorkalium, Eisen.

Allgemeines chemisches Verhalten des Nebennierensaftes.

Der aus der Medullarsubstanz der Nebennieren, von Menschen und Thieren gewonnene Saft, mit destillirtem Wasser verdünnt, reagirt neutral oder schwach sauer; Eisenchlorid bewirkt darin eine dunkle, ins Blaue oder Grüne spielende, zuweilen schwärzliche Färbung, wässerige Jodtinctur, ebenso auch Chlor und Brom in geringer Menge, erzeugen eine carminrothe Färbung; der Saft nimmt auch eine rothe Färbung an, wenn er einige Stunden steht und namentlich dem Sonnenlichte ausgesetzt wird; vorheriges Aufkochen beschleunigt die rothe Färbung, welche auch durch Zusatz von Salpetersäure und Schwefelsäure nicht verhindert wird und sich oft Monate lang erhält. Eine ähnliche rothe Färbung bewirken Mangan-, Kobalt-, Nickelchlorür, Eisenchlorür, Platin- und Goldchlorid. In dem Nebennierensaft des Hammels, tritt die rothe Färbung nach vorhergehendem Aufkochen nicht mehr ein (Vulpian, Harley). Der diese Reaction veranlassende Körper, kommt ausschliesslich der Marksubstanz zu und zwar nicht den morphologischen Elementen derselben, sondern der Intercellularflüssigkeit (Virchow). Behandelt man das Gewebe der Nebennieren mit sehr verdünnter Salzsäure, so färbt sich die abfiltrirte klare Lösung, bei Zusatz von überschüssigem Ammoniak schön roth; nach dem Verdunsten des überschüssigen Ammoniaks, wird die Lösung wieder farblos (Seligsohn). Bei der Behandlung mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali, nimmt der Nebennierensaft eine schön violette Färbung an.

Leucin wurde in den Niebennieren von Virchow und Neukomm aufgefunden, von Seligsohn aber vergeblich gesucht.

In dem alkoholischen Extracte der Hammelsnebennieren, fanden Cloëz und Vulpian Chlorkalium in grösserer Menge, dann Hippursäure und Taurocholsäure. Virchow erinnerte daran, dass dieser Befund möglicherweise, von einer Imbibition aus der Gallenblase und Leber herrühren könne, insofern er sich auf das Auffinden der Taurocholsäure bezieht, doch sah er gleichfalls mit dem Extracte menschlicher Nebennieren, die Pettenkofer'sche Reaction eintreten.

In dem alkoholischen Auszuge der Nebennieren des Ochsen, fand Seligsohn Chloralkalien und Benzoësäure (constatirt durch Löslichkeitsverhältnisse, mikroskopische Krystallform und Sublimationsfähigkeit).

Die von den Krystallen befreite Lösung, wurde unter Kreidezusatz verdampft, der Rückstand mit verdünntem Alkohol heiss extrahirt, das Extract endlich mit verdünnter Salzsäure gekocht, um etwa vorhandene Taurocholsäure in Choloidinsäure und Taurin zu zerlegen. Die so erhaltene krystallinische Masse löste sich unter Bildung eines, dem Ansehen nach mit Choloidinsäure übereinstimmenden Rückstandes, der jedoch die Pettenkofer'sche Reaction nicht gab. In der Lösung wurde jedoch ein Schwefelgehalt nachgewiesen und beim Verdunsten derselben schieden sich Taurinkrystalle aus. (So lautet die Angabe Seligsohn's; exacte Beweise fehlen für sämmtliche Angaben.)

Bei Digestion menschlicher Nebennieren in höherer Temperatur, scheiden sich grosse intensiv gelbe Fetttropfen aus, in denen bei gewöhn-

licher Temperatur Palmitin krystallisirt. Myelin findet sich ebenfalls reichlich in der Medullarsubstanz und steht die Menge nicht im Verhältnisse zu den vorhandenen Nervenfasern (Virchow).

Lungen.

Lungen.

In dem Lungengewebe hat man folgende Stoffe nachgewiesen:

Wasser, — Albumin, — Traubenzucker, — Glykogen, — Inosit, — Leucin, — Taurin, — Tyrosin, — Harnsäure, — Harnstoff, — Oxalsäure.

Inosit, Harnsäure, Taurin und Leucin wurden von Cloëtta in den Ochsenlungen aufgefunden.

Traubenzucker und zwar in grosser Menge, fand W. Kühne in den beiden Lungen eines, unter den Erscheinungen rechtseitiger Lungeninfiltration gestorbenen Diabetikers, in der rechten, pneumonisch infiltrirten ausserdem auch etwas Glykogen. In drei Fällen von Pneumonie mit eitriger Infiltration, fand W. Kühne ebenfalls beträchtliche Mengen von Glykogen und Zucker.

Leucin und Tyrosin fand Neukomm in den menschlichen Lungen bei verschiedenen Krankheiten, besonders reichlich bei einem Fall von Anämie; doch Tyrosin keineswegs constant. Auch Inosit und Harnsäure fand er in menschlichen Lungen.

Harnstoff (wenig) und Oxalsäure wurden neben Inosit, von Neukomm in den Lungen eines an Brightischer Krankheit verstorbenen Menschen aufgefunden. Ammoniaksalze häufig, aber nicht constant.

Ueber die anorganischen Bestandtheile des Lungengewebes, sind keine Untersuchungen angestellt.

Thymusdrüse.

Thymusdrüse

In der Thymusdrüse theils von Menschen, theils von Thieren wurden nachgewiesen:

Wasser, — lösliches Albumin, — Collagen, — Elastin, — Fette, — Leucin, — Sarkin, — Xanthin, — Ameisensäure, — Essigsäure, — Bernsteinsäure, — Milchsäure, — Zucker (?), — anorganische Stoffe: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Chlor und Schwefelsäure, endlich Ammoniaksalze.

Collagen, Elastin und Fette, sowie ein Theil der anorganischen Salze, gehören dem Gewebsgerüste der Drüse an, die übrigen Stoffe dem Drüsensafte.

Von diesen, wurde Leucin von mir und Städeler u. Frerichs in der Thymus des Kalbes nachgewiesen; ebenso fand ich darin xanthinähnliche, damals noch unter dem Namen Hypoxanthin aufgeführte Körper. Scherer zeigte später, dass in der Thymusdrüse Xanthin und Sarkin vorkommen, welche Stoffe er trennen lehrte.

Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure und Bernsteinsäure, wurden von mir ebenfalls in der Thymusdrüse des Kalbes nachgewiesen.

Zucker will Friedleben in der Thymusdrüse nachgewiesen haben.

Das von Frerichs und Städeler beobachtete Vorkommen von Ammoniaksalzen in der frischen Thymusdrüse, wird von Friedleben in Abrede gestellt.

Der Saft der frischen Thymus reagirt meist sauer, seltener alkalisch oder neutral.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Friedleben hat einige quantitative Bestimmungen mit der Thymusdrüse vorgenommen; da aber die in Anwendung gezogenen Methoden, theilweise ganz unrichtig und ungenau waren, so heben wir nur diejenigen Resultate hervor, die auf besserer Grundlage fussen.

Bestimmungen des Glutins resp. leimgebenden Gewebes, des löslichen Albumins und des Fettes, mit der Thymusdrüse des Rindes in verschiedenen Altersperioden, ergaben folgende Zahlen:

In 1000 Theilen	Kalb von 3 Wochen	Rind von 18 Monaten	Embryo von 5 Monaten
Albumin	122,94	115,55	—
Glutin	25,47	30,30	—
Fett	13,75	168,07	18,72

Friedleben bestimmte ferner das Verhältniss der Asche der Thymus, der Alkalisalze und der Erdphosphate, in verschiedenen Altersperioden, und erhielt nachstehende Resultate:

Alter des Thieres	Thymusasche in Grammes	Erdphosphate in Grammes	Alkalisalze in Grammes	Procente der Erdphosphate	Procente der Alkalisalze
Embryo von 5 Monaten .	0,032	0,002	0,030	6,250	93,750
Kalb von 10 Tagen . . .	0,740	0,131	0,609	17,702	82,298
Kalb von 3 Wochen. . .	1,487	0,452	1,033	30,428	69,572
Rind von 12 Monaten . .	1,348	0,246	1,102	18,259	81,741
Rind von 15 Monaten . .	1,217	0,170	1,048	13.992	86,008
Kuh von 18 Monaten . .	1,207	0,053	1,154	4,391	95,609
Kuh von 2 Jahren . . .	0,348	0,005	0,343	1,430	96,570

Hieraus ergiebt sich eine allmähliche Zunahme der Erdphosphate mit zunehmendem Wachsthum des Thieres, sowie eine allmähliche Abnahme derselben, gegen den Zeitpunkt der Thymusinvolution.

Unter den Alkalisalzen der Thymusasche wiegt das Kali über das Natron vor. Friedleben fand den Kaligehalt ziemlich constant für alle Lebensperioden, zwischen 31,8 bis 32,8 Proc. liegend, während das Natron beim Kalbe von 10 Tagen bis 3 Wochen 16 Proc., bei den Rindern von 12 bis 18 Monaten 23 bis 24 Proc. betrug.

Der wässerige Auszug der Thymusdrüse des Kalbes, hinterlässt eingeäschert eine Asche, welche sich beinahe vollständig in Wasser löst und sehr viel Kali, Phosphorsäure als Pyrophosphorsäure, ferner Chlor, Natron, nebst geringen Spuren von Bittererde und Schwefelsäure enthält. In einem Falle wurde das Verhältniss des Kalis zum Natron 2,18 : 0,60, in einem zweiten 9,95 : 3,21 gefunden. Die Mengen der Phosphorsäure verhielten sich, zu denen des Chlors in einem Versuche wie 23,25 : 14,34 (Gorup-Besanez). Nach Friedleben überwiegt in der Thymusdrüse der Kalk die Bittererde, ich fand in einem Falle das Verhältniss umgekehrt, doch hat sich Friedleben zur Bestimmung des Kalks und der Bittererde einer unrichtigen Methode bedient, so dass seine Angaben keine Beweiskraft beanspruchen dürfen.

Thyreoidea, Speicheldrüsen, Lymphdrüsen, Hoden.

Darin nachgewiesene Bestandtheile.

Ueber die Chemie dieser Drüsen besitzen wir nur spärliche Notizen.

In der Thyreoidea des Ochsen wurden gefunden: Leucin (Frerichs u. Städeler, Gorup-Besanez), — Sarkin und Xanthin (Gorup-Besanez, wenigstens xanthinähnliche Körper), — flüchtige Fettsäuren, — Milchsäure, — Bernsteinsäure (Gorup-Besanez).

In den Parotiden und Submaxillardrüsen des Ochsen: Leucin, — in den Parotiden und Sublingualdrüsen derselben Thiere, xanthinähnliche Körper (Städeler).

In den Lymphdrüsen von Menschen und Thieren: Leucin und sehr wenig xanthinähnliche Körper.

In den Hoden des Hundes Krystalle, die möglicherweise Kreatin waren, fernerhin Glykogen unmittelbar nach der Castration (W. Kühne).

In der Hodensubstanz soll sich ferner ein Stoff finden, der rascher wie Caseïn, Fibrin und Leim, Mannit und Glycerin in gährungsfähigen Zucker verwandelt (Berthelot).

Ueber den Gehalt verschiedener Drüsen an Wasser, organischen und anorganischen Stoffen bei verschiedenen Thieren, hat Oidtmann zahlreiche Versuche angestellt. Die auf die Leber und Milz des Menschen bezüglichen Resultate, haben wir bereits weiter oben mitgetheilt. Die weiteren Resultate stellen wir übersichtlich zusammen.

Wasser- und Aschengehalt mehrerer Drüsen.

Thiere	Organe	In 1000 Theilen		
		Wasser	Organische Stoffe	Anorganische Stoffe
Kaninchen	Leber	560,52	431,35	8,12
	Milz	678,75	316,09	5,16
	Niere	590,11	404,03	5,85
Junger Hund	Leber	792,75	198,29	8,96
	Milz	844,61	149,42	5,97
	Niere	809,50	186,16	4,34
	Nebenniere	800,28	198,82	0,90
	Pancreas	772,10	224,22	3,68
Alter Hund	Leber	632,76	359,85	7,39
	Milz	741,46	242,68	15,86
	Niere	755,04	232,18	12,78
	Pancreas	490,43	498,80	10,77
	Thyreoidea	686,61	302,81	10,58
	Speicheldrüsen	790,30	204,56	15,14
Stör	Leber	818,16	169,68	12,16
	Milz	829,65	160,17	10,18
Karpfen	Leber	782,88	203,70	13,42
	Milz	828,15	156,04	15,81
	Niere	816,37	170,10	13,53
14 Tage altes Kind	Leber	741,40	247,89	10,71
	Milz	776,83	214,08	15,09
	Niere	778,23	214,77	7,00
	Lunge	796,05	198,19	5,76
	Thymus	807,06	192,74	0,20
	Thyreoidea	772,06	223,46	4,48
	Pancreas	759,00	237,30	3,70
Alte Frau	Leber	806,31	186,51	7,18
	Milz	808,66	183,31	0,82
	Niere	810,94	179,16	0,99
	Pancreas	745,33	245,77	9,50
	Thyreoidea	822,44	176,64	0,92
	Inguinaldrüsen	714,32	284,52	1,16

Aus diesen Zahlen ergiebt sich im Allgemeinen, dass der Aschengehalt der Drüsen durchschnittlich mit dem Lebensalter des Individuums steigt, während der Wassergehalt im umgekehrten Verhältniss steht zu dem Alter und dem Grade der körperlichen Ausbildung des Organismus.

Untersuchungen der Thymus von Hunden, ergaben Friedleben ebenfalls eine stetige Abnahme des Wassergehaltes von der Geburt an.

Literatur.

Literatur zur Chemie der drüsigen Organe. — Leber: v. Bibra: Chemische Fragmente über die Leber und die Galle. 1849. — Frerichs: Beiträge zur phys. u. path. Chemie der Galle mit besonderer Berücksichtigung der Leberkrankheiten. 1845. — Cl. Bernard: Neue Function der Leber als zuckerbereitendes Organ, deutsch von Schwarzenbach. 1853. — Derselbe: Leçons sur les propriétés des fluides etc. 1859. — Hensen: Virchow's Arch. f. path. Anat. XI, 396. — Stockvis: Wiener med. Wochenschrift. 1857. 235. — Moos: Verhandl. des naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. 11. Januar 1858. — Frerichs: Klinik der Leberkrankheiten. I, 285. — Valentiner: Günzburg's Zeitschr. December 1858; Wiener akad. Berichte. März 1859. — Virchow: Verhandl. der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg. I, 303. — Schottin: Wunderlich's Arch. f. physiol. Heilkunde. 1858. 3tes Heft. — Oidtmann: Die anorganischen Bestandtheile der Leber etc., gekrönte Preisschrift. Linnich 1858. — Neukomm: Ueber das Vorkommen von Leucin etc. im menschl. Körper bei Krankheiten. Dissert. Zürich 1859. — Folwarczny: Zeitschr. der Wiener Aerzte. 1859. — Scherer: Arch. f. path. Anat. X, 228. — Derselbe: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CVII, S. 314. — Frerichs u. Städeler: Mittheil. der naturf. Gesellschaft in Zürich. IV. Juli 1855; Journ. f. prakt. Chem. LXXIII, 48. — Virchow: Arch f. path. Anat. VIII, 355; Deutsche Klinik. 1856. — Gorup-Besanez: Annal. der Chem. u. Pharm. XCVIII, S. 1 u. ff. — Cloëtta: Annal. der Chem. u. Pharm. XCIX, 289. — Städeler: Annal. der Chem. u. Pharm. CXVI, 102. — Almén, Vierteljahrschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich. VI, 3. — Ritter: Zeitschr. f. rat. Med. (3) XXIV, 65. — R. Mac-Donnell: Compt. rend. LX, 963; Journ. de l'anat. et de la physiol. 1865. 554. — Derselbe: Observations on the functions of the liver. Dublin 1865. — Tscherinoff: Sitzungsber. d. Wiener Akad. LI. 1865. 412. — W. Kühne: Arch. f. pathol. Anat. XXXII, 536. — Milz: Scherer: Verhandl. der Würzburger physiolog. med. Gesellschaft. II, 323. — Gorup-Besanez a. a. O. — Städeler u. Frerichs a. a. O. — Virchow: Arch. für path. Anat. VI, 135 bis 268, 416. — Bödeker: Zeitschr. f. rat. Medicin. VII, 153. — Cloëtta a. a. O. — Städeler a. a. O. — Oidtmann a. a. O. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. CVII, 314. — Gray: On the structure and use of the spleen. 1854. — Neukomm a. a. O. — W. Kühne a. a. O. — Pancreas: Frerichs u. Städeler a. a. O. — Virchow a. a. O. — Gorup-Besanez a. a. O. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXII, 257. — Städeler: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXVI, 102. — Nieren: Frerichs u. Städeler a. a. O. — Cloëtta a. a. O. — O. Beckmann: Arch. f. path. Anat. XI, 127. — Hermann: Wiener akad. Berichte. XXXVI. 349. — Neukomm a. a. O. — Frerichs: Bright'sche Krankh. Braunschweig. S. 42. — W. Kühne a. a. O. — Nebennieren: Vulpian: Gaz. méd. de Paris 1858. Nr. 24. — Vulpian et Cloëz: Compt. rend. 1857. II, 10. — Virchow: Arch. f. path. Anat. XII, 481. — Harley: British and foreign med. chir. review. XLI. January 1858. — Seligsohn: De pigmentis pathologicis ac morbo Addisoni adjecta chemia glandular. suprarenalium. Dissertatio. Berolini 1858. — Lungen: Frerichs u. Städeler a. a. O. — Oidtmann a. a. O. — Neukomm a. a. O. — Cloëtta a. a. O. —

Bödeker: Annal. d. Chem. u. Pharm. CXVII, 118. — W. Kühne a. a. O. — Thymus: Städeler u. Frerichs a. a. O. — Gorup-Besanez a. a. O. — Friedleben: Die Physiologie der Thymusdrüse. Frankfurt a. M. 1858. — Scherer: Annal. d. Chem. u. Pharm. CVII, 314. — Thyreoidea u. Lymphdrüsen: Städeler u. Frerichs a. a. O. — Gorup-Besanez a. a. O. — Städeler a. a. O. — W. Kühne a. a. O.

VIII. Chemie des Eies.

Einem genaueren Studium sind nur die Eier der Vögel, der Fische und einiger Reptilien unterworfen; die nachstehenden Angaben beziehen sich daher, wenn nicht ausdrücklich ein Anderes bemerkt ist, nur auf diese.

Eier der Vögel.

Eier der Vögel.

Das Ei der Vögel als Ganzes, so wie es gelegt ist, betrachtet, besteht aus dem Dotter (Vitellum, Eigelb), dem Weissen des Eies (Albumen) und der Eischale.

Eidotter.

Der Eidotter stellt eine Emulsion dar, in welcher gewisse Bestandtheile wirklich gelöst, andere aber nur suspendirt sind. Im Allgemeinen stellt er ein zähes, dickes, kaum durscheinendes Liquidum dar, welches eine gelbe bis gelbrothe Färbung, keinen Geruch, einen wenig ausgesprochenen milden Geschmack besitzt, alkalisch reagirt und mit Wasser eine weisse emulsive Flüssigkeit bildet.

Beim Kochen erstarrt der Eidotter zu einer leicht zerreiblichen Masse und durch Alkohol wird er coagulirt. Mit Aether geschüttelt, giebt er an diesen ein röthliches oder bernsteingelbes Fett ab, während sich eine weisse Masse ausscheidet.

Formelemente desselben.

Die im Dotter suspendirten Formelemente sind, ausser dem Keimbläschen: Dotterkügelchen, feine Körnchen und Fetttropfen.

Die Dotterkügelchen sind von einer Hülle umgeben, die einen hauptsächlich aus Fetten bestehenden Inhalt umschliesst.

Die feinen Körnchen der Dotterflüssigkeit sind nach Lehmann, alkaliarmes fein suspendirtes Caseïn und werden von Alkalisalzen leicht aufgelöst.

Chemische Bestandtheile des Eidotters.

Chemische Bestandtheile.

Dieselben sind meistentheils ebenso wenig genau gekannt, wie jene des Gehirns, mit welchen sie mehrfache Aehnlichkeit zeigen. Man hat nachgewiesen:

Wasser, — ein eigenthümliches, in seinen Reactionen mit dem Myosin noch am nächsten übereinstimmendes Albuminat, früher Vitellin genannt, — Hüllensubstanz der Dotterkügelchen (wahrscheinlich ein Albuminat), — Fette: Palmitin und Oleïn, — Cholesterin, — Protagon und seine Zersetzungsproducte: Glycerinphosphorsäure und Lecithin, — Zucker, — ein gelbes und ein rothes Pigment, von welchen letzteres eisenhaltig und dem Blutfarbstoff analog sein soll, — anorganische Salze und zwar dieselben, wie jene des Blutes, in ähnlicher Vertheilung wie jene der Blutkörperchen (Kali und Phosphorsäure überwiegend).

Allgemeines chemisches Verhalten des Dotters.

Von diesen Bestandtheilen gehören die Fette vorzugsweise den Dotterkugeln an und dasselbe gilt von den phosphorhaltigen fettähnlichen Substanzen. Schüttelt man Dotter wiederholt mit Aether, so nimmt der Aether zunächst Fett und gelben Farbstoff auf und erst nach längerem Stehen bei mittlerer Tagestemperatur, nimmt der Aether Zersetzungsproducte des Protagons: Lecithin, Glycerinphosphorsäure u. s. w. auf, mit diesen aber, das in seinen Zersetzungsproducten leicht lösliche Protagon und Cholesterin.

Der bei der Behandlung des Eidotters mit Aether resultirende farblose milchige Rückstand, mit einer Mischung von 1 Vol. concentrirter Kochsalzlösung und 2 Vol. Wasser behandelt und filtrirt, giebt ein schwach opalisirendes Filtrat, das in viel Wasser getropft, einen starken weissen Niederschlag liefert: ein dem Myosin sehr ähnliches Albuminat, wie dieses löslich in Kochsalzlösung und sehr verdünnter Salzsäure, nicht fällbar aber aus seiner Lösung durch gepulvertes Kochsalz (Hoppe-Seyler). Behandelt man den Dotter zuerst mit Essigsäure und dann mit Aether, so werden die Fette viel rascher und viel vollständiger entfernt, als ohne Einwirkung von Essigsäure; offenbar ist hier der Grund dieser Erscheinung derselbe, wie der analogen bei der Milch, die Essigsäure löst die Hüllen der Dotterkugeln auf und macht dadurch das darin eingeschlossen gewesene Fett der Einwirkung des Aethers zugänglich. Wenn man den durch Aether entfetteten Dotter mit Wasser behandelt, so geht der grösste Theil der Albuminate in wässerige Lösung über, der in Wasser unlösliche Theil derselben löst sich in Salmiak, mit Ausnahme der Hüllen der Dotterkugeln (Lehmann).

Das rothe und gelbe Pigment des Eidotters lassen sich durch kalten Alkohol ausziehen; das rothe ist eisenhaltig und schwerer in Aether löslich als das gelbe, welches eisenfrei ist. In vollkommen fettfreiem Zustande scheinen beide in Aether unlöslich zu sein.

Eieröl.

Das Eieröl, so wie es in der Pharmacie früher durch Rösten des Eidotters und Auspressen dargestellt wurde, ist rothgelb, dickflüssig, in der Kälte erstarrend, und wird rasch ranzig. Lecanu fand in demselben Cholesterin, oder wenigstens ein dem Cholesterin sehr ähnliches unverseifbares Fett.

Traubenzucker fand Lehmann constant im Dotter unbebrüteter Hühnereier.

Nach Lehmann's Angabe endlich sind im Dotter auch freie Gase enthalten.

Albumen.

Das Weisse der Vogeleier: Albumen, ist als eine concentrirte Lösung von Eieralbumin nebst anhängenden Fetten, Extractivstoffen und Salzen zu betrachten, welche ähnlich wie die Glasflüssigkeit des Auges in feinen texturlosen, das Albumen nach allen Richtungen durchziehenden Membranen eingeschlossen ist; dies bedingt die Erscheinung, dass das Albumen nach vorsichtiger Entfernung aus dem Ei, noch eine ziemlich cohärente Masse darstellt.

Ausser diesen Membranen kommen dem Albumen eigenthümliche Formelemente nicht zu. Zuweilen beobachtet man bei der mikroskopischen Untersuchung Aggregate höchst feiner Nadeln, die Lehmann für Palmitin hält.

Chemische Bestandtheile.

Die im Weissen des Eies nachgewiesenen chemischen Bestandtheile sind folgende:

Wasser, — Eieralbumin, — geringe Mengen von Fett: Palmitin, Oleïn und Seifen: ölsaures und palmitinsaures Natron, — Traubenzucker, — Extractivstoffe, — anorganische Salze, und zwar dieselben wie jene des Blutes, aber in ähnlicher Vertheilung wie im Blutserum (Chlor- und Natronverbindungen, überhaupt lösliche Salze überwiegend).

Nach Nicklés kommen zu diesen Bestandtheilen auch noch Spuren von Fluor, nach Lehmann: kohlensaure Alkalien und freie Gase.

Allgemeines chemisches Verhalten.

Wenn man Albumen bis zur Temperatur des gerinnenden Albumins erwärmt, so verwandelt es sich in eine festweiche, weisse, undurchsichtige homogene Masse (Hartkochen der Eier); versetzt man es mit Wasser, so mischen sich die beiden Flüssigkeiten anfänglich nicht, mischt man aber innig durch Umrühren mit einem Glasstabe oder Schütteln, so scheiden sich reichlich Flocken ab, die die Flüssigkeit oft ganz undurchsichtig machen und sich allmählich als ein leichtes, flockiges, halbdurchsichtiges Sediment absetzen; diese Flocken bestehen aus den, in Wasser unlöslichen Membranen des Albumens und aus alkaliarmem Albumin, welches durch die Verdünnung mit Wasser sich bildet und als darin unlöslich sich abscheidet, während ein alkalireicheres Albumin in Lösung geht. Erst nach Abscheidung dieser Flocken wird die Eiweisslösung filtrirbar. Behandelt man mit Wasser vermischtes und durch die ausgeschiedenen Flocken oft undurchsichtig gewordenes Albumen mit Chlornatrium oder Salmiak, so löst sich ein Theil der Flocken: das alkaliarme Albumin, auf. während ein anderer Theil die Membranen: Chalazen u. s. w. enthaltend, ungelöst bleibt. Erhitzt man das alkalisch reagirende Filtrat der Eiweisslösung unter Zusatz von etwas Essigsäure zum Kochen, so schei-

det sich das Albumin grobflockig aus; ebenso verhält sich die mit Salmiak versetzte Lösung, indem sich Chlornatrium und Ammoniak-Albuminat bildet, welches letztere beim Kochen das Ammoniak verliert und dann vollständig gerinnt (Lehmann). Durch Schütteln mit Aether bildet sich ein reichlicher weisser Niederschlag. Leitet man Kohlensäure durch Hühnereiweisslösung, so bilden sich nur einzelne Fasern und Häutchen. Injicirt man Hühnereiweiss in die Venen oder unter die Haut, so erscheint Eieralbumin bald unverändert im Harn, während Serumalbumin nicht in den Harn übergeht.

Extrahirt man getrocknetes Albumen mit Aether, so erhält man zuweilen eine licht-himmelblaue Lösung; das nach dem Verdunsten des ätherischen Auszuges zurückbleibende Fett besteht aus Oleïn und Margarin; alkoholhaltiger Aether zieht aus dem Albumen diese beiden Neutralfette, ausserdem aber auch ölsaures und palmitinsaures Natron aus.

Traubenzucker ist ein constanter Bestandtheil auch des Albumens.

Eischale der Vögel und Amphibien.

Die Schale der Eier der Vögel, ebenso auch jene der Amphibieneier, besteht vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk, mit geringen Antheilen von kohlensaurer Magnesia, phosphorsaurem Kalk, Spuren von phosphorsaurem Eisenoxyd und organischer Materie. Die verschiedene Färbung der Vogeleier scheint, wenigstens häufig von verändertem Gallenpigment herzurühren, welches die Eier erst in der Cloake aufnehmen.

Die Bildung der kalkigen Eierschale erfolgt bei den Vögeln im Eileiter, dessen unterer Theil eine stark muskulöse Erweiterung darstellt. Die Schleimhaut dieser Erweiterung sondert eine weisse, milchige, kalkreiche Flüssigkeit ab, welche zur Kalkschale wahrscheinlich in der Form mikroskopischer, durch ein organisches Bindemittel vereinigter Kalkkrystalle erstarrt. Bei Krappfütterung sollen die Schalen der Hühnereier roth gefärbt sein (Paolini).

Wenn die Eier gewaltsam im Eileiter der Vögel zurückgehalten werden, so vervielfältigt sich die Schalenschicht und es entstehen die monströsen Eier. Bei mangelndem Kalkgehalt der Nahrung dagegen kommt es gar nicht zur Bildung einer Kalkschale (Windeier).

Eier der Fische und Amphibien.

Dotterplättchen.

Die Eier der Fische und Amphibien bieten manche abweichende Erscheinungen dar. Vor Allem weist in dem Dotter derselben das Mikroskop die sogenannten Dotterplättchen nach, wie Radlkofer gezeigt hat, wahre doppelbrechende Krystalle, aber von verschiedener Gestalt und chemischem Verhalten bei verschiedenen Thierspecies und zu verschiedenen Perioden der Entwickelung.

Wir haben die Formen der Dotterplättchen verschiedener Fische und Amphibien, sowie die Gründe, welche einerseits für ihre Krystallnatur und andererseits für ihren chemischen Charakter als Albuminate sprechen (Virchow, Radlkofer), bereits S. 144 u. 145 erörtert und daselbst auch die chemischen Eigenschaften der von Valenciennes und

Fremy unter dem Namen Ichthin, Ichthidin, Ichthulin und Emydin beschriebenen Bestandtheile der Dotterplättchen verschiedener Thiere angeführt.

Die Eier verschiedener Knorpelfische (Rochen, Zitterrochen und Hai) führen in dem Albumen kaum Spuren von Albumin; das Gelbe: der Dotter, besteht aus einer albuminösen Flüssigkeit, die Albumin, Ichthin, ein phosphorhaltiges Oel und anorganische Salze, namentlich Chlorverbindungen und phosphorsaure Salze enthält (Valenciennes u. Fremy).

Die Eier der Knochenfische ändern ihre Zusammensetzung, während sich das Ei im Eileiter befindet. Das noch am Eierstock befestigte Ei enthält kaum Spuren von Albumin, das im Eileiter befindliche ist reich daran. In den Eiern der Karpfen ist neben Fett Ichthidin und bei den, in der Entwickelung begriffenen Eiern des Karpfen und vieler anderer Fische Ichthulin enthalten. Nach Gobley's Untersuchungen dagegen, zeigen die Karpfeneier grosse Uebereinstimmung mit dem Eigelb der Hühnereier und fand er darin dieselben Bestandtheile wie in letzteren; das Vitellin der Karpfeneier bezeichnet er als Paravitellin. Bei dem Kochen der Karpfeneier mit Wasser erhält man eine saure Flüssigkeit, die auf Zusatz von Weingeist noch saurer wird.

Die Eier der Schildkröten zeigen nach Valenciennes und Fremy grosse Aehnlichkeit mit denen der Knorpelfische. Sie haben wenig Albumen, mit einem sehr geringen Gehalt an Albumin, in dem Dotter dagegen viel Albumin, ein phosphorhaltiges Oel und Emydin. Den Dotter der Eidechseneier fanden sie sehr ähnlich dem der Vogeleier.

Eigenthümliches Pigment der Eier der Krebse und Hummern.

Die Eier der Krebse und Hummern enthalten bereits den in den Schalen dieser Thiere vorkommenden Farbstoff, welcher die Ursache der rothen Färbung beim Sieden derselben ist. Aus den frischen Eiern des Hummers, die beim Erhitzen eine schön rothe Färbung annehmen, gewannen Valenciennes und Fremy einen unkrystallisirbaren, in Wasser unlöslichen Farbstoff, der beim Trocknen, bei der Behandlung mit Alkohol und wasserentziehenden Salzen, selbst schon beim Reiben roth wird. In den Eiern selbst scheint er im Albumin gelöst zu sein und schlägt sich beim Verdünnen der zerdrückten Eier mit Wasser als eine grüne harzartige Masse nieder.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse. Analysen des Eigelbs der Hühner- und Karpfeneier wurden von Gobley ausgeführt; Analysen des Albumens vom Hühnerei von Lehmann, Analysen endlich der Asche von Albumen und Dotter des Hühnereies von Poleck u. Weber. Wir stellen die Resultate dieser Analysen tabellarisch zusammen.

Analysen des Eidotters.

In 1000 Theilen	Eidotter. Hühnerei.	Gobley. Karpfenei.
Wasser	514,86	640,80
Feste Stoffe	485,14	359,20
Vitellin	157,60	—
Paravitellin	—	140,60
Palmitin und Oleïn	213,04	25,74
Cholesterin	4,38	2,66
Phosphorhaltige Fette	84,26	—
Lecithin	—	30,45
Cerebrin (Protagon)	3,00	2,05
Membransubstanz	—	145,30
Extractivstoffe	4,00	3,89
Pigmente	5,53	0,33
Chlorammonium	0,34	0,42
Chlornatrium und Chlorkalium	2,77	4,47
Schwefelsaures und phosphorsaures Kali		0,37
Phosphorsaure Erden	10,22	2,92

Analysen des Albumens.

In 1000 Theilen	Albumen. Lehmann	Bostock I.	Bostock II.	J. Davy
Wasser	866,84	850,01	800,00	871,00
Feste Stoffe	133,16	149.99	200,00	129,00
Albumin	122,74	120,00	115,00	—
Extractivstoffe	3,82	27,00	45,00	—
Fett	—			—
Anorganische Salze	6,60	3,00	—	—

Im getrockneten Hühneralbumen fand Lehmann, im Mittel mehrerer Bestimmungen 0,5 Proc. gährungsfähigen Zucker. G. Meissner dagegen fand 8 Proc. Zucker.

Das Verhältniss des Eidotters zum Albumen fand Lehmann 40.3 : 59,7, Prout 32,3 : 67,7 und Poleck 37,3 : 62,7 Proc.

Die Asche des Eidotters und Albumens wurde von Poleck und Weber wie folgt zusammengesetzt gefunden:

Aschenanalysen des Albumens und Eidotters.

In 100 Theilen Asche	Albumen.			Eidotter.		
	Poleck		Weber	Poleck		Weber
	I.	II.		I.	II.	
Chlorkalium	41,29	42,17	—	—	—	—
Chlornatrium	9,16	14,07	39,30	—	—	9,12
Natron	23,04	16,09	12,09	5,12	6,57	1,08
Kali	2,36	1,15	27,66	8,93	8,05	10.90
Kalk	1,74	2,79	2,90	12,21	13,28	13,62
Bittererde	1,60	3,17	2,70	2,07	2.11	2,20
Eisenoxyd	0,44	0,55	0,54	1,45	1,19	2,30
Freie Phosphorsäure	—	—	—	5,72	—	—
Phosphorsäure	4,83	3,79	3,16	63,81	66,70	60,16
Kohlensäure	11,60	11,52	9,67	—	—	—
Schwefelsäure	2,63	1,32	1,70	—	—	—
Kieselsäure	0,49	2,04	0,28	0,55	1,40	0,62

Die im stumpfen Ende des Hühnereies enthaltene Luft enthält nach Beobachtungen von Bischoff im Mittel 23,475 Volumprocente Sauerstoff.

Quantitative Analysen der Eierschalen ergaben nachstehende Zahlen:

Analyse der Eischalen.

In 100 Theilen	Eischale							
	des Vogeleies						Emys. L. Gmelin.	Alligator sclerops. Brummerstädt.
	Ardea cinerea.	Larus argentatus.	Phasianus colchic.	Anser domest.	Gallus domest.	Anas domest.		
	B. Wicke.							
Kohlensaurer Kalk	94,60	91,96	93,33	95,26	93,70	94,42	55,4	91,10
Kohlensaure Magnesia	0,69	0,76	0,66	0,72	1,39	0,50	—	2,33
Phosphorsaurer Kalk	0,42	0,83	1,37	0,47	0,76	0,84	7,3	0,54
Phosphorsaure Magnesia							—	
Organische Materie	4,30	6,45	4,64	3,55	4,15	4,24	37,3	5,09
Wasser	—	—	—	—	—	—	—	1,36

Die Eier enthalten alle Bestandtheile zur Gewebs- und Zellenbildung.

So unvollkommen auch unsere Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung der Eier und so wenig exact die Methoden sind, deren man sich zur quantitativen Scheidung der organischen Bestandtheile derselben bedient hat und so grosse Differenzen endlich die nach verschiedenen Methoden ausgeführten Analysen ergeben haben, so gehen doch aus allen diesen Bestimmungen einige wichtige Thatsachen hervor. Es ergiebt sich daraus eine unleugbare Verwandtschaft der chemischen Constitution der Eier und des Gehirns und der Nervensubstanz. So wie in letzteren Geweben, kommen im Eidotter Protagon, seine phosphorhaltigen Zersetzungsproducte und Cholesterin, vor; so wie die Gehirnasche enthält, worauf wir bereits S. 676 hingewiesen haben, auch die Asche des Eidotters überwiegend phosphorsaure Salze und mehr Kali als Natron, sie enthält endlich auch freie Phosphorsäure aus dem Protagon stammend; die Asche des Eidotters nähert sich ferner, in ihrer quantitativen Zusammensetzung ebenso sehr der Asche der Blutzellen, wie sich jene des Albumens der des Blutserums anschliesst.

Eine weitere Betrachtung der chemischen Zusammensetzung der Eier ergiebt endlich, dass die Eier alle, zur Entwickelung der Gewebe des werdenden Thieres nöthigen Stoffe bereits vorgebildet enthalten. Sie führen Albuminate in reichlicher Menge, phosphorsaure Alkalien, Chloralkalien und nicht unbedeutende Mengen von Eisen zur Entwickelung des Blutes, Protagon und die anorganischen Stoffe zur Entwickelung des Nervensystems, sie sind reich an phosphorsauren Erden, die das Material für die Knochenbildung liefern, sie enthalten endlich Fette, Cholesterin und Zucker, es finden sich mit einem Worte alle jene Stoffe, auch die Kieselerde der Vogelfedern und das Fluor der Knochen, in ihnen repräsentirt, welche zur Entwickelung der Gewebe nöthig erscheinen, namentlich aber scheint dem Ei keiner jener Stoffe zu fehlen, durch welche die Mischung der Nerven und des Gehirns sich auszeichnet und es ist daher erklärlich, dass das Nervensystem zu den ersten Bildungen gehören kann, die sich aus dem Dotter entwickeln.

Chemische Veränderungen der Eier während ihrer Entwickelung.

Ueber die chemischen Veränderungen, welche die Eier bei ihrer allmählichen Entwickelung erleiden, sind mehrfache Versuche angestellt (Prévost u. Dumas, Prout, Burdach, Baudrimont u. St. Ange, Spallanzani, Prévost u. Morin). Demungeachtet kann man nicht sagen, dass dadurch alle Verhältnisse befriedigend aufgeklärt wären, es bestehen vielmehr noch zahlreiche Lücken und selbst einige Widersprüche.

Gewichtsabnahme des Eies beim Bebrüten.

Eine, von allen Beobachtern bestätigte Erscheinung ist die Gewichtsabnahme, welche das Ei bei der Bebrütung erleidet; allein während Prout gefunden haben will, dass die Gewichtsabnahme 8 mal so viel betrage als in gleichen Zeiten bei unbebrüteten Eiern, beobachteten Prévost und Dumas bei bebrüteten und unbebrüteten Eiern innerhalb gleicher Zeiten, einen nahezu gleichen Gewichtsverlust und sind die letz-

teren daher geneigt, die Gewichtsabnahme auch der bebrüteten Eier, auf Rechnung einer blossen Verdunstung zu setzen. Dagegen haben Baudrimont u. St. Ange gefunden, dass die in der Luft auskommenden Eier, Sauerstoff absorbiren und zugleich Wasser, Kohlensäure, Stickstoff und eine nicht näher untersuchte Schwefelverbindung entwickeln; den Gewichtsverlust der Eier fanden sie aber geringer, als das Gewicht des von ihnen entwickelten Wassers, der Kohlensäure und des Stickstoffs, ja selbst geringer als das Gewicht des Wassers, des Stickstoffs und des Kohlenstoffs in der Kohlensäure, so dass man annehmen kann, der Sauerstoff der letzteren werde aus der Luft entnommen und ausserdem noch Sauerstoff absorbirt. Das Volumen des absorbirten Sauerstoffs ist nahezu ebenso gross, als jenes zur Bildung der Kohlensäure verwendeten, das des entwickelten Stickstoffs etwa halb so gross, als jenes der entwickelten Kohlensäure.

Respiration der Eier.

Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate zweier mit bebrüteten Eiern angestellter Versuche:

1000 Grammes Eier	vom 9ten bis 12ten Tage des Bebrütens Grammes	vom 16ten bis 19ten Tage des Bebrütens Grammes
verloren an Gewicht	26,26	41,72
absorbirten Sauerstoff	5,74	10,70
exhalirten Kohlensäure	4,33	11,92
exhalirten Wasser	2,88	3,66
Proportion zwischen dem absorbirten Sauerstoff und dem Sauerstoff der Kohlensäure	100 : 54,9	100 : 81,0

Auch die unbebrüteten Eier geben fortwährend Kohlensäure und Wasser aus und absorbiren Sauerstoff, dieser Gaswechsel ist aber während der Bebrütung lebhafter; dass dabei Wärmeentwickelung stattfindet, hat Valenciennes nachgewiesen.

Chemische Veränderungen der Eier während des Bebrütens. Versuche von Prout.

Nach Prout bestehen 100 Thle. frischen Hühnereies aus 106,9 Schale und Eihaut, aus 604,2 Albumen und aus 288,9 Dotter. — Am 8. Tage des Bebrütens, hat das Ei um 5 Proc. an Gewicht verloren; das im oberen breiten Ende des Eies befindliche Albumen verändert sich, indem es beim Kochen das Ansehen geronnener Milch annimmt; das Coagulum ist gelblich und enthält ein gelbes Oel, während der unversehrte Dotter an Oel verloren hat. Zu Ende der zweiten Woche hat das Ei um 13 Proc. an Gewicht abgenommen; der Embryo hat an Grösse bedeutend zugenommen und das Albumen ebenso viel verloren. Der Dotter hat an

phosphorhaltigen Bestandtheilen abgenommen. Zu Ende der Bebrütung, nach Verlauf der dritten Woche, hat das Ei 16 Proc. an Gewicht verloren. Der Rückstand von Albumen, Membranen u. dgl. beträgt 29,5, der Embryo 555,1, der Dotter 167,7, die Schale (und Verlust!) 247,7. Das Albumen ist auf wenig trockene Membranen und einen erdigen Rückstand eingeschrumpft, das Gelbe ist bedeutend vermindert und in die Bauchhöhle des Embryo aufgenommen; die Chlorverbindungen und die Alkalien haben während der ganzen Bebrütung an Menge abgenommen, während die Erdsalze bedeutend zugenommen haben, wie dies aus nachstehender Tabelle hervorgehen würde, welche das Resultat der Aschenanalyse zweier völlig ausgebrüteter Eier, das Gewicht derselben zu 1000 angenommen, enthält. Doch müssen wir von vornherein bemerken, dass diese Analysen, die Richtigkeit der Ausführung und der Methode vorausgesetzt, worüber aber keine Sicherheit gegeben ist, doch immerhin endgültige Schlüsse, wie sie Prout zieht, insofern kaum begründen können, als er die so erhaltenen Zahlen mit denen vergleicht, die er bei der Analyse zweier frischer unbebrüteter, aber anderer Eier erhalten hatte; es liegt auf der Hand, dass dadurch einer bindenden Schlussfolgerung thatsächlich der Boden entzogen wird.

Prout fand:

In 1000 Theilen	I.					II.				
	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Chlor	Kali u. Natron	Kalk- und Bittererde	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Chlor	Kali u. Natron	Kalk- und Bittererde
Rückstand vom Albumen u. Häuten .	0,04	0,12	0,09	0,23	0,12	0,03	0,13	0,09	0,25	0,12
Thier	0,44	3,02	0,55	2,26	2,58	0,21	2,71	0,68	2,12	2,6[illegible]
Dotter	0,04	1,06	0,03	0,06	1,26	0,02	1,23	0,06	0,03	1,10
Summa . . .	0,52	4,20	0,67	2,55	3,96	0,26	4,07	0,83	2,40	3,[illegible]
Summa derselben in 2 frischen Eiern .	0,50	4,01	1,33	3,42	0,98	0,37	4,48	1,32	3,23	0,9[illegible]

Prout schliesst aus diesen Versuchen, dass der Phosphor des Dotters, als Phosphorsäure in der Periode der Ossification zur Knochenbildung verwendet wird, indem er sich mit einer gewissen Menge von Erden vereinigt; da aber während der Bebrütung, der Gehalt an Erden nach obigen Versuchen wirklich zunimmt, so kann man nur annehmen dass das Plus von Erden von der Eischale stamme. Wenn man das aber

gelten lassen wollte, so fragt es sich, wohin kommen die Chloralkalien? — Es wäre sehr wünschenswerth, wenn diese Versuche nach einem umsichtigen Plane und mit Berücksichtigung der Eischale wiederholt würden.

Abnahme des Fettgehalts.

Baudrimont u. Martin St. Ange sowie Prévost u. Morin geben übereinstimmend an, dass sich der Fettgehalt der Eier während der Bebrütung vermindere.

Wir stellen die von Prévost u. Morin erhaltenen Resultate tabellarisch zusammen:

1000 Theile Ei	Unbebrütetes Ei	Nach 8 Tagen Bebrütung	Nach 14 Tagen Bebrütung	Nach 3 Wochen Bebrütung
Wasser	725,5	767,4	744,3	788,8
Fett	107,2	93,2	94,6	56,8
Fettfreie Substanz . . .	165,3	139,4	160,9	154,4

Das Gewicht der Eischale blieb fast constant.

Das Verhältniss an fettfreier organischer Substanz, Asche, unlöslichen Phosphaten und löslichen Salzen, im bebrüteten und unbebrüteten Hühnerei fanden Prévost u. Morin wie folgt:

In 1000 Theilen Ei	Unbebrütete Eier			Bebrütete Eier				
	Albumen	Dotter	Zusammen	Dotter	Dotterhaut	Putamen, Chorion u. Amnios	Fötus	Zusammen
Fettfreie Substanz .	150,90	151,66	301,56	55,10	48,0	4,20	168,7	273,00
Asche	8,50	9,00	17,4	1,50	2,05	0,40	18,25	22,20
Unlösliche Phosphate	1,30	9,00	10,3	1,45	2,05	0,15	10,59	14,60
Lösliche Salze . .	6,80	—	6,8	0,05	—	0,25	7,30	7,60

Versuche von Burdach.

Burdach versuchte auf experimentellem Wege die Frage zu beantworten, ob der Fettgehalt der Eier, während der Entwickelung auf Kosten des Proteïns (der Albuminate) zunimmt oder nicht; er ging also von einer Voraussetzung aus, die, den Beobachtungen von Prévost u. Morin zufolge, überhaupt nicht gegeben ist, von der Voraussetzung, dass der Fettgehalt der Eier während der Entwickelung zunehme, während Prévost u. Morin, allerdings nur beim Hühnerei, eine Abnahme des Fettes beobachteten. Burdach aber benutzte zu seinen Versuchen die Eier einer Helixart: Limnaeus stagnalis und zwar solche, bei denen der Furchungsprocess begonnen hatte und solche, bei denen das Thier fast

entwickelt war. Alkohol- und Aetherextract, nachdem ersteres durch Wasser von Extractivstoffen und Salzen befreit war, wurden collectiv als Fett berechnet und aus dem extrahirten Rückstande wurden die anorganischen Bestandtheile bestimmt. Die erhaltenen Resultate waren folgende:

1000 Theile getrockneter Eier	Gefurchte Eier		Entwickelte Eier	
	I.	II.	I.	II.
Fett	6,85	6,42	21,81	15,53
Salze	40,50	35,50	60,00	66,20
Albuminate	952,65	958,08	918,19	918,27

Der von Burdach aus seinen Versuchen gezogene Schluss, dass die Fettzunahme der entwickelten Eier von Limnaeus stagnalis, auf Kosten der Albuminate erfolgt und dass letztere demnach in Fett übergehen, oder solches bei gewissen Umsetzungen liefern können, scheint durch dieselben doch wohl nicht hinreichend begründet, da einerseits die Zahl der Versuche eine zu geringe und andererseits die Berechnung der Fette auch keine ganz richtige ist, da das Alkoholextract sicherlich auch Stoffe enthält, welche nicht zu den eigentlichen Fetten gehören.

Literatur zur Chemie des Eies. Lehmann: Lehrb. der phys. Chemie. 2te Aufl. Bd. II, S. 305. — Derselbe: Zoochemie. S. 279, 546, 658. 693, 694. — Prout: Phil. Trans. 1822. S. 377. Schweigger's Journ. LXVIII, 60. — Gobley: Compt. rend. XXI, 766; Journ. de phys. et de chim. 3. Sér. XI, 409; XII, 513; Journ. de chim. méd. VI, 67. — Valenciennes et Fremy: Journ. de chim. et de pharm. 3. Sér. 1854. XXVI. — Radlkofer: Ueber Krystalle proteïnartiger Körper. Leipzig 1859. — Baudrimont et Martin St. Ange: Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. XXI, 195. — Prévost et Dumas: Annal. des sciences naturelles. IV, 47. — F. W. Burdach: De commutat. subst. prot. in adipem. Dissert. Regiomontii Prussor. 1853. — Hoppe-Seyler: Handb. d. phys. u. path. chem. Analyse. 2te Aufl. Berlin 1865. — B. Wicke: Annal. d. Chem. u. Phys. CXXV, 78.

Vierter Abschnitt.

Affinitätswirkungen als Factor thierischer Functionen.

Von Affinitätswirkungen, als Ursache oder Folge thierischer Functionen und Lebensvorgänge, ist zwar bereits im Verlaufe des ganzen Buches die Rede gewesen, allein es mussten der Natur der Sache gemäss, in den vorhergehenden Abschnitten die betreffenden Thatsachen bei den einzelnen chemischen Verbindungen und thierischen Flüssigkeiten und Geweben erörtert werden, so dass hier, mit Bezugnahme auf thierische Functionen Zusammengehöriges, getrennt behandelt werden musste.

In dem folgenden Abschnitte wollen wir aber vom physiologischen Standpunkte: dem der Function ausgehend, das bisher Getrennte, insofern es als chemischer Factor der so verwickelten Lebensvorgänge erscheint, zusammenfassen und ein allgemeines Bild des Chemismus derselben zu entwerfen versuchen, wobei wir uns aber um so mehr auf die Grundlinien beschränken dürfen, als wir uns dabei vielfach auf bereits früher Erörtertes beziehen können.

Jede thierische Function ist das Product einer Reihe von Einzelwirkungen als Factoren, die sehr verschieden geartet und nur in selteneren Fällen genau gekannt sind. Bei einigen dieser Functionen aber treten Affinitätswirkungen mehr in den Vordergrund und nur von diesen soll hier die Rede sein.

Diese Functionen sind:

Respiration und thierische Wärme, Verdauung und Ernährung.

Respiration.

Allgemeine Bemerkungen.

Zwischen den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft und den im lebenden Organismus enthaltenen und theilweise dort erst erzeugten Luftarten, findet eine beständige Wechselwirkung statt, die ganz allgemein ausgedrückt in einem Austausch derselben besteht.

Aeussere u. innere Respiration.

Aber auch die, in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten und Geweben stets enthaltenen Gasgemenge, tauschen ihre Bestandtheile fortwährend aus und demgemäss unterscheiden die Physiologen eine äussere Respiration: den Gaswechsel zwischen der atmosphärischen Luft — und den Gasen des Blutes und Thierkörpers überhaupt — und eine innere: den Gaswechsel zwischen den Gasgemengen der einzelnen thierischen Flüssigkeiten unter sich.

Beide Vorgänge sind bis zu einem gewissen Grade von einander abhängig, sind einander mehr oder weniger proportional und haben zwei in ihrer Richtung einander entgegengesetzte Gasströmungen in ihrem Gefolge, von welchen die eine aus der atmosphärischen Luft in die Gewebe geht, während die andere von den letzteren nach der atmosphärischen Luft gerichtet ist.

Diese Gasströme sind bedingt, zum Theil durch rein physikalische Gesetze der Diffusion, zum anderen Theile aber durch Affinitätswirkungen.

Lungen- und Hautathmung.

Die äussere Respiration erfolgt theils durch die Athmungswerkzeuge im engeren Sinne, bei den in der Luft lebenden Thieren durch die Lungen: Lungenathmung, — theils durch die Haut: Hautathmung. — Der Gesammtgaswechsel endlich erfolgt durch Lungen, Haut und, insofern es sich um die Ausscheidung von Gasen handelt, auch durch den Darm. Am genauesten studirt ist die Lungenathmung, wir werden daher auch diese den nachfolgenden Betrachtungen zunächst zu Grunde legen.

A. Lungenathmung.

Lungenathmung.

Vergleichen wir, um über die Natur derselben ins Klare zu kommen, die Zusammensetzung des Gasgemenges, welches wir atmosphärische Luft nennen und dessen Strömung nach den Geweben gerichtet ist, mit der Zusammensetzung der Gase, deren Richtung die entgegengesetzte ist, zunächst der Ausathmungsluft und der Blutgase, so finden wir, dass die Bestandtheile dieser drei Gasgemenge qualitativ nahezu dieselben sind.

Die Bestandtheile der atmosphärischen Luft sind Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und minimale Mengen von Ammoniak.

Die Bestandtheile der Ausathmungsluft sind Sauerstoff, Stickstoff,

Kohlensäure, Wasserdampf, minimale Quantitäten von Ammoniak und unter Umständen, von Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen.

Die Bestandtheile der Blutgase sind Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf.

Zusammensetzung der atmosphärischen, der Ausathmungs- und der Blutluft.

Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft finden sich demnach in der Ausathmungsluft und den Blutgasen wieder, aber in einem sehr wesentlich geänderten Verhältnisse, wie dies nachstehende Tabelle anschaulich macht, in welcher von dem sehr variablen und vielfach von äusseren Bedingungen abhängigen, Wassergehalte abgesehen und nur auf Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure Rücksicht genommen ist.

In 100 Volumtheilen	I. Atmosphärische Luft	II. Ausathmungsluft (Brunner und Valentin)	III. Blutgase (L. Meyer und Setschenow)
Sauerstoff	20,81	16.033	28,20
Stickstoff	79,15	79,557	7,10
Kohlensäure	0,04	4,380	64,70

II. ist das Mittel aus mehreren Analysen der Ausathmungsluft erwachsener Menschen, — III. das Mittel aus sieben Beobachtungen von L. Meyer und Setschenow.

Schlussfolgerungen daraus.

Die ausgeathmete Luft enthält demnach etwa um $^1/_5$ weniger Sauerstoff als die eingeathmete atmosphärische Luft, ihr Kohlensäuregehalt aber ist über 100 mal grösser. Der Sauerstoffgehalt der Blutgase ist durchschnittlich grösser, als der der ausgeathmeten und selbst der der atmosphärischen Luft, sie enthalten aber wenig Stickstoff und nahezu $^3/_5$ ihres Volumens an Kohlensäure. Doch ist mit Bezug auf die Zusammensetzung der Blutgase zu bemerken, dass nach den vorhandenen Beobachtungen, ihr Sauerstoffgehalt eine ziemlich veränderliche Grösse darstellt und die oben gegebene Zahl, ein Mittel aus unter einander sehr differirenden Grössen ist, indem das beobachtete Minimum 11,2 und das Maximum 37,4 Volumprocente betrug.

Aus den obigen Zahlen ergiebt sich ferner, dass die Bewegung des Sauerstoffs von der Luft zum Blute, jene der Kohlensäure aber von letzterem zur Luft gerichtet sein muss; sie zeigt ferner, dass die Kohlensäure der Ausathmungsluft vom Blute und den Geweben stammt. Ueber die Richtung des Stickstoffs, geben die obigen Zahlen keinen Aufschluss und es kann derselbe, je nach Umständen in entgegengesetzten Richtungen gehen.

In dem Verschwinden eines Theiles des eingeathmeten Sauerstoffs

und in dem dazu in einer bestimmten Beziehung stehenden Auftreten der Kohlensäure in der Ausathmungsluft, ist in der That das Wesen des Athmungsprocesses vom chemischen Standpunkte aus nahezu erschöpft. Alle übrigen, bei der Respiration sich darbietenden nicht mechanischen Erscheinungen sind entweder nur Folge der Bedingungen, unter welchen der obige Gasaustausch erfolgt, oder sie führen auf mehr oder weniger rein physikalische Verhältnisse zurück. Dies gilt namentlich von der Temperatur und dem Wassergehalte der Ausathmungsluft.

Temperatur der Ausathmungsluft.

Die Temperatur der Ausathmungsluft ist unter gewöhnlichen Bedingungen stets höher, als die der eingeathmeten Luft. Letztere hat in der Regel eine weit niedrigere Temperatur als die Lungenwand, sie muss daher ihre Temperatur mit der letzteren ausgleichen, sie wird daher gewöhnlich erwärmter; athmen wir eine Luft ein, welche höher als unser Körper temperirt ist, so giebt dieselbe umgekehrt Wärme an die Lungenwand ab.

Nach den Beobachtungen von Gréhant beträgt die Temperatur der Ausathmungsluft:

bei + 22° C. Luftwärme und Inspiration durch die Nase . . . 35,3° C.
bei + 22° C. " " " " den Mund . . 33,9° C.

Nach den Bestimmungen von Brunner und Valentin beträgt sie

bei + 15 bis 20° C. Luftwärme . . . . 37,3° C.
bei — 6,3° C. " . . . . 29,8° C.
bei + 41,9° C. " . . . . 38,1° C.

als Mittel mehrerer Beobachtungen. Starke äussere Kälte setzt daher die Temperatur der Ausathmungsluft beträchtlicher herab, als hohe Wärme sie erhöht.

Wassergehalt derselben.

Der Wassergehalt der Ausathmungsluft ist bedeutender, als der der eingeathmeten Luft. Die Luft, welche eingeathmet wird, meist niederer temperirt und somit trockener, sättigt sich in den Lungen mit Wasserdämpfen, in einem ihrer Temperatur entsprechenden Grade. Durch die Lungen wird sonach dem Blute fortwährend Wasser entzogen. Ob die Ausathmungsluft stets für ihre Temperatur mit Wasserdampf vollkommen gesättigt ist, ist unentschieden. Von Valentin wird es behauptet, von Anderen (Vierordt, Moleschott) in Abrede gestellt. Bei Inspiration durch die Nase und + 22° C. Luftwärme fand Gréhant die Ausathmungsluft für 35° C. gesättigt, während bei diesem Respirationsmodus ihre Temperatur 35,3° C. war.

Volumen derselben im feuchten und trockenen Zustande.

Eine Folge der höheren Temperatur und der Wasserdampftension der ausgeathmeten Luft ist es, dass ihr Volumen bedeutender ist, als das der betreffenden Inspiration. Berechnen wir aber die Volumina auf gleiche Temperaturen und auf trockenen Zustand, so ergiebt sich, dass ein geringeres Volumen Luft exspirirt, als inspirirt

wird. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem weiter unten zu erörternden Umstande, dass etwas mehr Sauerstoff von dem Blute in den Lungen aufgenommen, als Kohlensäure abgegeben wird. Aus verschiedenen Messungen geht hervor, dass die Volumensabnahme ungefähr $^1/_{40}$ bis $^1/_{50}$ im Mittel beträgt.

Gesetze des Gaswechsels in den Lungen.

Die nun zunächst zu erörternden Fragen sind folgende: Wohin kommt der im Athmungsprocess verschwindende Sauerstoff und wodurch wird zunächst seine Absorption vermittelt, woher stammt die in der Ausathmungsluft austretende Kohlensäure, von welchen Gesetzen ist der Gaswechsel zwischen Sauerstoff und Kohlensäure abhängig und wie verhält sich der Stickstoff im Respirationsprocesse.

Absorptionsverhältnisse des Sauerstoffs.

Fassen wir zunächst die den Sauerstoff betreffenden Fragen ins Auge, so verweisen wir bezüglich der näheren Begründung des Satzes: dass der Sauerstoff der eingeathmeten Luft aus den Lungen in das Blut übertritt, auf die bereits S. 57 u. ff. gegebenen Erörterungen. Dort ist nicht nur allein nachgewiesen, dass der eingeathmete Sauerstoff von dem Blute absorbirt wird, sondern auch der Beweis geführt, dass diese Absorption von Druckverhältnissen unabhängig, in Folge einer chemischen Anziehung vor sich geht, welche auf den Sauerstoff, zunächst von dem Hämoglobin der Blutkörperchen ausgeübt wird. Es ist aber schon an und für sich klar, dass der in das Blut aufgenommene Sauerstoff dort nicht verbleiben kann, sondern als solcher daraus verschwinden muss, denn da das Leben einen Gaswechsel von und zum Blute, eine Sauerstoffgasströmung zum Blute und eine Kohlensäuregasströmung zur Luft voraussetzt, so müsste, wenn der Sauerstoff aus dem Blute nicht in irgend einer Weise wieder verschwände, das Blut allmählich mit Sauerstoff übersättigt und frei von Kohlensäure werden, womit aller Gaswechsel natürlich aufhörte. Dasselbe würde natürlich eintreten, wenn die ausgeschiedene Kohlensäure nicht immer wieder durch neugebildete ersetzt würde. Beides aber ist der Fall, nicht nur allein verschwindet der eingeathmete Sauerstoff fortwährend aus dem Blute, sondern es wird auch ebenso constant Kohlensäure erzeugt und beide Vorgänge stehen in sehr naher Beziehung zu einander, sie bedingen sich gegenseitig, sie sind Folge der sogenannten thierischen Verbrennung.

Seine Absorption erfolgt durch eine chemische Anziehung, die von den Blutkörperchen ausgeübt wird.

Grund seines Verschwindens aus dem Blute.

Wenn man bedenkt, dass der Gesammtcharakter des Stoffwechsels im Thierkörper, der einer grossartigen Oxydation ist, wofür wir an verschiedenen Stellen dieses Werkes, zunächst S. 40 u. 47 die Belege beigebracht haben, so kann man keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, warum der Sauerstoff aus dem Blute verschwindet und was mit ihm geschieht; er wird dazu verwendet, die der regressiven Stoffmetamorphose anheim fallenden Bestandtheile des Thierkörpers, zwar wohl in den seltensten Fällen sofort, aber immer endgültig in die einfachsten Verbindungen überzuführen, ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser zu verwandeln und dadurch ihren Stickstoff als

Harnstoff, Harnsäure u. s. w. oder als freien Stickstoff abzuspalten. Es verschwindet demnach der Sauerstoff aus dem Blute in dem Maasse, als er zur Oxydation der organischen Atome des Thierkörpers verwendet wird.

Ursprung der Kohlensäure der Ausathmungsluft.

Mit diesen Erörterungen aber erledigt sich auch ohne Weiteres die Frage, woher die in der Ausathmungsluft auftretende Kohlensäure stammt. Sie ist eines der Producte der Oxydation, sie stammt aus dem Kohlenstoff der Gewebe und Körperbestandtheile organischer Natur überhaupt, sie gelangt aber in die Ausathmungsluft aus dem Blute. Diese Wechselbeziehung zwischen verschwindendem Sauerstoff und austretender Kohlensäure hat man früher vielfach zu eng aufgefasst, indem man sich dieselbe so dachte, als oxydirte der Sauerstoff im Blute sofort den Kohlenstoff der Blutbestandtheile zu Kohlensäure; man dachte sich demnach als alleinigen Oxydationsherd das Blut und die Oxydation so, wie etwa dieselbe bei der wirklichen Verbrennung organischer Körper vor sich geht. Beides ist sicher nicht der Fall.

Wo die Kohlensäure gebildet wird.

Es bedarf nur einfach der Ueberlegung, dass überall wo Leben ist, auch Stoffwechsel stattfindet und dass durch die Capillaren, der Sauerstoff mit dem Blute in alle Theile des Körpers gelangt, um die Frage nach dem Ort der Verbrennung als eine unphysiologische und müssige zu erkennen; es sprechen überdies mehrfache Erscheinungen gegen die Annahme, dass das Blut der alleinige Heerd der Oxydation ist. Wir führen hier einige Thatsachen an, die dafür sprechen, dass Oxydation und Kohlensäurebildung in den Geweben selbst stattfinden kann. Man weiss, dass mit Sauerstoffgas gesättigtes Blut viel länger hellroth (d. h. sauerstoffreich) bleibt, wenn es für sich bei der Temperatur des thierischen Körpers aufbewahrt wird, als wenn es durch die Capillaren des lebenden Thieres läuft. Also begünstigt die Berührung des Blutes mit den Wandungen der Capillaren, beziehungsweise mit den sie umgebenden Flüssigkeiten und Geweben, die Verwendung des Sauerstoffs, sein Verschwinden aus dem Blute. Ausgeschnittene blutfreie, noch reizbare Muskeln fahren fort Kohlensäure zu bilden, wenn sie in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre aufgehängt sind; wir können daraus jedenfalls so viel schliessen, dass auch ohne Zuthun des Blutes, eine Wechselwirkung zwischen Sauerstoff und den Bestandtheilen der Gewebe stattfindet und Kohlensäure auch ausserhalb des Blutes erzeugt werden kann. Thiere lassen noch Athembewegungen und Herzschläge erkennen, wenn ihr Blut vollkommen frei von verdunstbarem Sauerstoff ist (Setschenow); da Muskeln und Nerven nur so lange reizbar sein sollen, als sie freien Sauerstoff enthalten, so müsste demnach eine Oxydation auch durch, in den Geweben selbst schon befindlichen Sauerstoff erfolgen können. Wenn aber J. Sachs aus seinen Versuchen folgert, dass die Kohlensäurebildung überhaupt nicht im Blute stattfinde, so erweist sich bei näherer Betrachtung die Beweiskraft derselben zu schwach, um die daraus gezogene Folgerung zu rechtfertigen, nicht gewichtiger anderseits die-

jenige der Beobachtungen von Estor und Saintpierre, die das Gegentheil beweisen sollen, dass nämlich die Oxydation nur im Blute und nicht in den Geweben stattfinde. Aus zahlreichen, theils von ihnen selbst, theils von Cl. Bérnard angestellten Bestimmungen des Sauerstoffgehaltes verschiedener Blutarten schliessen sie, dass schon im arteriellen Blutstrom, der grösste Theil des Sauerstoffs verschwinde; allein die Gründe, durch welche sie die Annahme stützen, dass in den Geweben keine Oxydation stattfinde, sind nicht hinreichend, das zu beweisen und so dürfen wir aus diesen Widersprüchen wohl nur den Schluss ziehen, dass die Fragen, so gestellt wie sie sind, nicht gelöst und wahrscheinlich auch nicht zu lösen sind.

Der eingeathmete Sauerstoff wird nicht sofort in Kohlensäure verwandelt.

Dass die organischen Atome, wenigstens in der Regel nicht sofort zu Kohlensäure verbrannt werden, ergiebt sich einfach daraus, weil wir in diesem Falle im Thierkörper nicht Producten der regressiven Stoffmetamorphose begegnen würden, die ihrer chemischen Natur nach als intermediäre Oxydationsproducte aufgefasst werden müssen. Ueberdies sind die, auch ausserhalb des Organismus erfolgenden und zwar, unter der Einwirkung sehr energischer Oxydationsmittel erfolgenden Oxydationen complexer organischer Verbindungen, keineswegs der Art, dass sie der Ansicht, der Sauerstoff verbrenne den Kohlenstoff der Gewebe etc. direct zu Kohlensäure, eine Stütze verliehen; denn auch bei solchen Oxydationen treten meist mehr oder weniger zahlreiche intermediäre Producte auf, ja selbst bei der Verbrennung im engsten Sinne, fehlt es gewöhnlich an derartigen Producten nicht. Dies ändert aber allerdings nichts an der Thatsache, dass schliesslich aller Sauerstoff in Kohlensäure und insofern der Sauerstoffgehalt der organischen Atome nicht hinreicht, um mit ihrem Wasserstoff geradeauf Wasser zu bilden, in Wasser verwandelt wird.

Hieraus ergiebt sich, dass die Kohlensäureausscheidung vom chemischen Standpunkte allerdings in einer sehr engen Beziehung zum eingeathmeten Sauerstoff steht, aber keineswegs in einer unmittelbaren. Wäre Kohlensäure die einzige Form, in welcher der eingeathmete Sauerstoff wieder austritt, so müsste das Volumen des verschwundenen Sauerstoffs dem, der durch die Respiration gelieferten Kohlensäure gleich sein, da die Kohlensäure ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff enthält. Die Erfahrung lehrt aber, dass durchschnittlich weniger Kohlensäure ausgeathmet wird, als dem verschwundenen Sauerstoff entspricht. Dies begreift sich leicht, wenn man berücksichtigt, dass der Sauerstoff nicht ausschliesslich zur Oxydation des Kohlenstoffs verwendet wird und dass selbst nicht alle Kohlensäure nothwendigerweise durch die Lunge austritt. Ein grosser Theil der verbrennlichen Körperbestandtheile, vor Allem die Fette, enthält nicht genug Sauerstoff, um mit ihrem Wasserstoff Wasser zu bilden, es muss daher ein, wenn auch geringer Theil des eingeathmeten Sauerstoffs dazu verwendet werden, um den überschüssigen Wasserstoff

Ein Theil des Sauerstoffs wird zur Oxydation von Wasserstoff verwendet.

derartiger Körperbestandtheile zu oxydiren. Dass diese Annahme keine blosse theoretische Voraussetzung ist, ergiebt sich aus Folgendem: Die Erfahrung lehrt, dass die Differenz zwischen dem Volumen, des in der Exspirationsluft fehlenden Sauerstoffs und dem Volumen der Kohlensäure am geringsten ist bei einer Nahrung, die überwiegend aus Kohlehydraten besteht, wo also der in diesen Nahrungsstoffen enthaltene Sauerstoff hinreicht, um mit sämmtlichem Wasserstoff derselben ohne weitere Sauerstoffzufuhr Wasser zu bilden; damit in Uebereinstimmung hat man beobachtet, dass bei vegetabilischer Nahrung und bei Pflanzenfressern weit mehr Sauerstoff in der Kohlensäure ausgeathmet wird, als bei thierischer Nahrung; bei Pflanzenfressern beträgt der in der Kohlensäure ausgeathmete Sauerstoff $^8/_{10}$ bis $^9/_{10}$, bei Fleischfressern etwa $^3/_4$ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs. Die Differenz wird erfahrungsgemäss grösser, wenn die Nahrung eine solche ist, welche überschüssigen Wasserstoff enthält, wie dies bei Fett- und Fleischnahrung der Fall ist, ebenso aber auch beim Hungern, sei es, dass das letztere Folge von Nahrungsentziehung oder der gestörten Verdauung ist, wie z. B. nach Durchschneidung des Nervus vagus (Valentin). Bei hungernden Thieren, gleichgültig ob Pflanzen- oder Fleischfresser, bleibt sich dieses Verhältniss gleich und ist offenbar ein Beweis, dass im Zustande des Hungers der in das Blut aufgenommene Sauerstoff, sich in ihrem Leibe mit denselben Materien verbindet, d. h. der Athmungsprocess wird auf Kosten der Bestandtheile ihres Leibes unterhalten (Liebig). Weitere Beweise dafür, dass ein grosser Theil des, nicht in der Form von Kohlensäure austretenden Sauerstoffs als Wasser austritt, können in dem Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fettes bei Hungernden, oder des Alkohols der genossenen geistigen Getränke, endlich in der Thatsache gefunden werden, dass Murmelthiere während des Winterschlafs an Gewicht durch den Respirationsprocess zunehmen. In diesem Zustande geniesst das Thier kein Wasser, und entlässt demungeachtet von Zeit zu Zeit Wasser im Harn, nach dessen Austreten eine Gewichtsverminderung eintritt, welche mit dem aufgenommenen und in Kohlensäure und Wasser übergegangenen Sauerstoff im Verhältnisse steht (Valentin, Liebig). Obgleich von viel geringerem Gewicht, kommt bei der Erklärung der Differenz jedenfalls auch der Umstand in Betracht, dass ein, wenngleich sehr kleiner Theil des Sauerstoffs zur Oxydation des Schwefels der schwefelhaltigen Atomcomplexe (Albuminate u. a. m.) verwendet werden muss. Endlich darf nicht übersehen werden, dass die Lunge nicht der einzige Ort ist, wo Gaswechsel stattfindet.

ein anderer Theil zur Oxydation des Schwefels schwefelhaltiger Atomcomplexe.

Da ferner die Kohlensäure, die wir in der Ausathmungsluft auftreten sehen, nicht als unmittelbares Product einer sofortigen Oxydation des Kohlenstoffs angesehen werden kann und nicht etwa der mit dem einen Inspiration eingeathmete Sauerstoff, mit der darauf folgenden Exspiration als Kohlensäure wieder erscheint, so ist es klar, dass für gleiche Mengen eingebrachten Sauerstoffs in gleichen Zeiten sehr ungleiche

Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung gehen im Respirationsprocesse für gewisse Zeit-

Mengen von Kohlensäure ausgeführt werden können. Die thierischen Atomcomplexe zerfallen nämlich, bei der Einwirkung des Sauerstoffs jedenfalls nur zum Theil gleich in Kohlensäure und andere Producte, sondern erleiden dadurch auch Veränderungen, die ohne Abspaltung von Kohlensäure vor sich gehen; der Sauerstoff, der bereits viel früher aufgenommen war, kann daher erst später mit der Kohlensäure wieder fortgehen. Aehnlich kann eine Vermehrung des phosphorsauren oder kohlensauren Natrons in den Geweben wirken; denn da diese Salze, wie wir bereits S. 55 u. 99 erörterten, Kohlensäure binden können, so wird ihre Vermehrung eine geringere Kohlensäureausscheidung zur Folge haben, da ein Theil derselben von den obengenannten Salzen, wenngleich vorübergehend, zurückgehalten wird. Sehr beweisend für den in Frage stehenden Satz, sind die neuesten Beobachtungen **Pettenkofer's**, welche lehren, dass die Kohlensäureausscheidung bei Tage viel bedeutender ist, wie bei Nacht, während für die Sauerstoffabsorption das Umgekehrte gilt, indem dieselbe bei Nacht sehr gesteigert ist. Wir kommen auf diese Versuche weiter unten zurück.

Abschnitte einander keineswegs immer parallel.

Alle diese Thatsachen und Erörterungen beweisen, dass wohl ein schliesslicher, aber keineswegs ein in jedem Zeitabschnitte paralleler Gang der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureausscheidung nothwendig ist.

Theorie des Gaswechsels.

Wir kommen nun zur Erörterung der Hauptfrage: von welchen Gesetzen ist der Gaswechsel zwischen Lungenluft und Blut abhängig. Zur Erledigung dieser Frage, sind in neuerer Zeit sehr wichtige und folgenreiche Untersuchungen angestellt, die die Vorgänge bei der Respiration zum grossen Theile völlig aufgeklärt haben und dieselben in einem viel einfacheren Lichte erscheinen lassen, als dies bis dahin der Fall war.

Die Aufnahme des **Sauerstoffs** ist, wie wir gesehen haben, abhängig von einer chemischen Anziehung, die von dem Blute und insbesondere von dem Hämoglobin der Blutkörperchen ausgeübt wird; er tritt an die Blutkörperchen, aber nur um alsbald verwendet zu werden und daher aus dem Blute zu verschwinden, die Gesetze der Diffusion haben daher auf seinen Eintritt in das Blut nur einen sehr geringen Einfluss, nur insofern er, um zu den Blutkörperchen zu gelangen, vorher das Plasma passiren muss.

Der Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blut in die Lunge erfolgt nach den Gesetzen der Diffusion.

Ganz anders aber gestalten sich die Verhältnisse bei der **Kohlensäure**. Der bei Weitem grösste Theil derselben, wenn nicht sämmtliche, ist im Blutplasma enthalten und zwar, wie wir nach den neueren Untersuchungen als mindestens sehr wahrscheinlich annehmen müssen, nicht einfach diffundirt, sondern in zweifacher Weise gebunden, in einer lockeren leicht zersetzbaren Verbindung und in einer mehr stabilen: als Natriumphosphocarbonat und als einfaches Natroncarbonat. Da nun von einer Spannung gebundener Kohlensäure, im Blute keine Rede sein kann, eine solche sich aber trotzdem in der Lunge ebenso, wie unter dem Recipienten der Luftpumpe geltend macht, so bleibt nichts übrig, wie

anzunehmen, dass die Kohlensäure durch irgend ein Moment in der Lunge aus ihrer Verbindung ausgeschieden wird. Da nun die Versuche von Holmgren und Preyer gezeigt haben, dass Schütteln von venösem Blut mit Sauerstoffgas, eine Verminderung seiner Kohlensäure zur Folge hat, während durch Schütteln von Serum mit Sauerstoff keine Kohlensäure ausgetrieben wird, so rechtfertigt sich, wie uns scheinen will, der Schluss zur Genüge, dass bei der Austreibung der Blutkohlensäure oder, was dasselbe sagen will, bei der Kohlensäurespannung im Blut, Sauerstoff und Blutkörperchen betheiligt sind. Berücksichtigt man fernerhin, dass, wie Pflüger dargethan hat, im Blute während des Entgasens sich Säuren bilden die, gebundene Kohlensäure auszutreiben vermögen, so wie, dass nach den Beobachtungen von Hoppe-Seyler, sich bei der Zersetzung des Hämoglobins Säuren abspalten, so liegt es nahe genug, die Kohlensäure austreibende Wirkung der Blutkörperchen, auf ihren Zerfall und die dabei auftretenden freien Säuren, welche in das Plasma diffundiren, zurückzuführen. Bei dem jedenfalls noch sehr lückenhaften Zustande unserer Kenntnisse über den Gasgehalt des lebenden Blutes und bei den zahlreichen noch ungelösten, auch in den neuesten Untersuchungen sich geltend machenden Widersprüchen, dürfte es jedoch gerathener sein, mit einem definitiven Urtheil über das Wie der Wirkung des Sauerstoffs und der Blutzellen noch zurückzuhalten. Dem sei aber wie immer, so viel ist gewiss, dass die Kohlensäure in den Lungen aus dem gebundenen in den freien Zustand übergeht und demgemäss ist auch der Uebertritt derselben in die Lungenluft ein rein physikalischer Vorgang und erfolgt nach den Gesetzen der Diffusion, wie sie an der Grenze zwischen gashaltigen Flüssigkeiten und Luft, oder mit Rücksicht auf die Athmung, wie sie an der Grenze zwischen Blut- und Luftröhren der Lunge Geltung haben und von Stefan mathematisch begründet sind.

Wenden wir diese Gesetze auf den besonderen Fall, auf den Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blute in die Lunge an, so finden wir, dass unter normalen Athmungsbedingungen die Kohlensäure deshalb nothwendig aus dem Blute in die Lunge übertreten muss, weil die Spannung der Kohlensäure im Blute (die Kraft, mit welcher sich die Gasmoleküle abstossen) eine viel grössere ist, als in der Luft und in der Lunge, oder, was dasselbe ist, weil die Kohlensäure im Blute unter einem stärkeren Drucke steht.

Die Kohlensäureausscheidung durch die Lungen ist daher abhängig von Veränderungen des Unterschiedes der Kohlensäurespannung der Luft, des Blutes und der Lunge, von dem Wärmeunterschied zwischen dem Blute und der Lungenluft, von Veränderungen des Blutdrucks und der Berührungsfläche zwischen Luft und Blut. Die ganze Theorie der Respiration lässt sich daher auf die Hauptsätze der Diffusionsgesetze zurückführen. Da wir es in diesem Werke zunächst nur mit Affinitätswirkungen und mit stofflichen Veränderungen, nicht aber mit der Lehre von den Kräften zu thun haben, so verweisen wir diejenigen, welche die

Lehre von der Diffusion näher studiren wollen, auf die Lehrbücher der Physik und Physiologie, insbesondere auf; Fick Lehrb. der med. Physik S. 23, u. Ludwig: Lehrb. der Physiologie Bd. II, S. 504 2te Auflage.

Wir begnügen uns hier daran zu erinnern, dass alle Gase ohne Ausnahme, in Berührung mit einander gebracht, ineinander überströmen und dass nicht eher die Gleichgewichtslage eintritt, als bis eine überall gleichartige Mischung entstanden ist, dass ferner diese Diffusion auch durch Scheidewände erfolgt. In ähnlicher Weise, wie die Gase ineinander diffundiren, diffundiren sie auch in Liquida, doch gelten für diese Erscheinungen besondere Gesetze: die Absorptionsgesetze. Für uns ist die Thatsache von Wichtigkeit, dass das Entweichen eines, von einer Flüssigkeit absorbirten Gases immer nur dann stattfindet, wenn die Spannung dieses Gases, in dem über der Flüssigkeit befindlichen freien Raume vermindert wird, ganz unabhängig davon, ob die Gesammtspannung der in jenem Raume enthaltenen Gase grösser oder kleiner geworden ist. Mit anderen Worten: die Diffusion eines Gases aus einer Flüssigkeit in einen Luftraum, das Entweichen eines Gases aus der Flüssigkeit in den darüber stehenden Luftraum, kann wohl gehindert werden durch die Spannung desselben Gases in diesem Raume, nicht aber durch die Spannung eines beliebigen anderen Gases, denn verschiedene Gase verhalten sich nach der Lehre von der Diffusion gegen einander wie leere Räume; sie setzen einander keinen Widerstand entgegen. Also, von in einer Flüssigkeit absorbirter Kohlensäure z. B. wird so lange nichts entweichen können, so lange die Spannung der Kohlensäure in dem, über der Flüssigkeit stehenden Luftraume, jener der absorbirten Kohlensäure das Gleichgewicht hält, so wie aber die Spannung der Kohlensäure des Luftraums eine geringere wird, wird sofort und solange Kohlensäure aus der Flüssigkeit entweichen, bis die Spannungsdifferenz sich ausgeglichen hat. Hätten wir aber die Kohlensäure aus dem Luftraume völlig entfernt und dafür Sauerstoff von einer doppelt so grossen Spannung eingeführt, so würde die Kohlensäure aus der Flüssigkeit ebenso entweichen, wie wenn darüber ein leerer Raum stände und erst dann würde dieses Entweichen aufhören, wenn die entwichene Kohlensäure eine gleiche Spannung mit der, noch in der Flüssigkeit enthaltenen erlangt, mit anderen Worten, wenn die Differenz sich ausgeglichen hätte. Eine bemerkbare Ausnahme von diesem Gesetze macht der Wasserdampf, der nach Pflüger's Versuchen, das Entweichen der Kohlensäure in den Entgasungsraum beträchtlich verlangsamt.

Die Erscheinungen bei der Respiration sind mit den Gesetzen der Diffusion im Einklange, so weit sie sich auf die Ausscheidung der

Wir bemerken, dass mit dieser Theorie der Kohlensäureausscheidung und ihrer Abhängigkeit von den oben genannten Momenten, welche letztere nur eine Folge des allgemeinen Gesetzes sind, alle unsere Erfahrungen über die Schwankungen der Kohlensäureausscheidung im Einklange stehen, obgleich natürlich der Vorgang in der Lungenathmung so complicirt ist, dass man denselben für jeden Zeitabschnitt keineswegs theoretisch berechnen kann, namentlich auch deshalb,

Kohlensäure beziehen.

weil begreiflicherweise unsere Kenntnisse über den Gasgehalt des lebenden Blutes, sehr unvollständige sind und der Natur der Sache nach bleiben müssen.

Experimentelle Beweise für die Richtigkeit der Theorie.

Der Uebertritt der in den Lungencapillaren frei werdenden Blutkohlensäure in den Lungenraum ist nur dann möglich, wenn in dem letzteren keine Kohlensäurespannung stattfindet, welche jener der Blutkohlensäure das Gleichgewicht hält. Dies ist nun unter normalen Verhältnissen allerdings nicht der Fall, der Austritt der Kohlensäure aus dem Blute in den Lungenraum daher möglich. Allein unter abnormen Verhältnissen, die auch künstlich herbeizuführen sein werden, kann sich die Kohlensäurespannung im Lungenraume steigern, ja sogar jener der Blutkohlensäure das Gleichgewicht halten, oder sie endlich gar übertreffen. In jenen Fällen, wo die Kohlensäurespannung in der Lungenluft bedeutender wird, als sie im Blute ist, wird dann nothwendigerweise ein Theil Kohlensäure aus der Luft in das Blut übergehen, bis sich die Druckdifferenz ausgeglichen hat. Ein Zusatz von Kohlensäure zur Athmungsluft, oder eine Vermehrung derselben aus irgend welchen Gründen im Lungenraum, wird daher jedesmal die Ausscheidung dieses Gases aus dem Blute hemmen; der Werth, den die Hemmung erreicht, wird steigen mit dem Kohlensäuregehalte der Luft und zwar so, dass schliesslich eine Stromumkehr stattfindet. Mit diesen Voraussetzungen steht die Erfahrung vollkommen im Einklange (Legallois, W. Müller). Sehr belehrend und beweisend sind die Versuche von W. Müller. Derselbe befreite die Lungen eines Thieres möglichst von allem Stickstoff, indem er Sauerstoff durch dieselben leitete und setzte dann die Respirationsorgane in Verbindung mit einem, mit reinem Sauerstoffgas gefüllten Athmungsraum. Wenn das Thier in diesen durch Quecksilber abgesperrten Raum aus- und einathmete, und der Luftdruck in demselben immer dem atmosphärischen gleich erhalten wurde, so verschwand das Gas im Luftraum allmählich vollkommen, das Thier sog den ganzen Inhalt desselben auf. Die Erklärung dieser Erscheinung, bietet nach dem Gesagten keine Schwierigkeit dar. Anfangs wurde der Sauerstoff vom Blute des Thieres aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden; je mehr Sauerstoff aber aus dem Luftraum verschwand, desto reicher wurde derselbe an Kohlensäure und desto grösser musste die Spannung derselben in diesem Raume werden; so wie sie den Werth der Kohlensäurespannung im Blute erreichte, konnte keine Kohlensäureausscheidung aus dem Blute mehr stattfinden; da aber dabei die Sauerstoffabsorption fortwährend noch stattfand, musste der Kohlensäuredruck im Luftraum bald grösser werden, als jener des Blutes und daher Kohlensäure in das Blut zurücktreten; da aber der Sauerstoff bis zum völligen Verschwinden aufgenommen wurde, so wurde in Folge der fortwährend gesteigerten Kohlensäurespannung im Athmungsraum, auch die ursprünglich ausgeschiedene Kohlensäure wieder in das Blut zurückgenommen. In den Versuchen von W. Müller, wo der Athmungsraum klein war (er betrug 150 bis 250 CC.

Inhalt), wurde alles Gas völlig aufgesogen. Bei einem grösseren Athmungsraume wird aber der Rücktritt der Kohlensäure ins Blut nur so lange dauern, bis das Blut mit Kohlensäure gesättigt ist. Bedient man sich eines Raumes, der den Umfang des Thieres übertrifft, so hört bei fortschreitendem Athmen allmählich die Abnahme der Luft im Athmungsraume auf, indem nunmehr so viel Kohlensäure ausgeführt, als Sauerstoff aufgesogen wird. Dies tritt ein, wenn das Thier etwas mehr Kohlensäure, als die Hälfte seines Volumens beträgt, zum Verschwinden gebracht hat. Aber dann stirbt auch das Thier, obgleich die geathmete Luft noch viel mehr Sauerstoff enthält als die atmosphärische.

Diese Versuche sind von grossem Interesse und bestätigen nicht nur die Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von den Diffusionsgesetzen, sondern lehren noch Zweierlei: einmal, dass die Sauerstoffaufnahme in Folge einer eminenten Affinität des Sauerstoffs zum Blute und unabhängig von den Druckverhältnissen dieses Gases im Athmungsraume, vor sich geht und dann, dass die giftige Wirkung der Kohlensäure auf den Organismus nicht darin zu suchen ist, dass ihre Gegenwart die Aufnahme von Sauerstoff hinderte, denn die Sauerstoffabsorption ging in obigen Versuchen auch dann noch vor sich, als bereits narcotische Erscheinungen eingetreten waren, sondern darin, dass dadurch auch bei einem Sauerstoffgehalt der Luft, welcher noch bedeutender ist, als jener der atmosphärischen, die Ausscheidung der Kohlensäure aus dem Blute gehindert wird und sich dieses Gas, welches im Normalzustande im Verhältnisse seiner Neubildung, sofort wieder ausgeschieden wird, mehr und mehr im Blute ansammelt und dann als Narcoticum wirkt. Demgemäss trat auch bei Thieren in den oben erwähnten Versuchen der Tod nicht unter den Erscheinungen der Erstickung, sondern unter jenen der Narcose ein. Diese Versuche erklären endlich auch die Thatsache, dass Thiere und Menschen beim Einathmen von r e i n e m kohlensauren Gas viel rascher sterben, als beim Einathmen von Stick- und Wasserstoffgas. In einer reinen Kohlensäureatmosphäre kann das Blut keine Kohlensäure abgeben, sondern nimmt vielmehr noch Kohlensäure auf, während Wasserstoff- oder Stickgas, der Kohlensäureausscheidung kein Hinderniss setzt und daher hier der Tod erst dann erfolgen wird, wenn aller im Organismus noch vorhandene Sauerstoff völlig aufgebraucht ist. Dies erklärt endlich auch die Thatsache, dass eine Luft, die nur wenige Procente Kohlensäure enthält, auf den Organismus schon nachtheilig wirkt, während eine Beimischung von anderen, an und für sich irrespirablen Gasarten keine besondere Wirkung äussert.

Bedeutung des Stickstoffs im Respirationsprocesse.

Während die Verhältnisse des Sauerstoffs und der Kohlensäure im Respirationsprocesse, im Ganzen und Grossen befriedigend aufgehellt sind, können wir dies von dem S t i c k s t o f f nicht sagen. Da unter normalen Bedingungen der Gehalt der Ausathmungsluft an diesem Gase nahezu gleich ist dem der Einathmungsluft, so scheint es, als ob der Stickstoff bei der Respiration nur eine passive Rolle spiele. Zahlreiche

Beobachtungen, aus denen man folgerte, dass unter gewissen Umständen auch eine Ausscheidung von gasförmigem Stickstoff stattfinde, sind von sehr ungleichem Werthe, halten zum Theil vor einer eingehenden Experimentalkritik nicht Stand, indem das nachgewiesene Plus von Stickstoff so gering ist, dass es innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler fällt und sind zum Theile mit anderen Beobachtungen im Widerspruch, oder wie die Beobachtung von Boussingault, der bei einer Taube $1/_3$ des gesammten Stickstoffs der Nahrung in den flüssigen und festen Excrementen nicht wieder auffinden konnte, direct widerlegt (C. Voit). Ludwig hebt es als eine mögliche Bedeutung des Stickstoffs für den Respirationsprocess hervor, dass er verdünnend auf den Sauerstoff wirke, aber nicht in dem Sinne, in welchem man es früher that, als man noch glaubte, dass reiner Sauerstoff nicht ohne beträchtliche Störungen eingeathmet werden könne. Er bezieht sich vielmehr auf die uns nun bereits bekannte Thatsache, dass der Gehalt der Lungenluft an Kohlensäure, so lebensgefährlich er jenseits gewisser Grenzen ist, doch die Athembewegungen weniger influirt, als der Mangel an Sauerstoff; in einem verdünnten Sauerstoffe wird aber, eine zur Athembewegung nöthigende Abnahme des letzteren Gases eintreten, bevor noch die Kohlensäure bis auf einen bedrohlichen Werth gestiegen ist; die Anwesenheit des Stickstoffs in der Luft schliesst daher den Kohlensäuregehalt des Thierkörpers in engere Grenzen ein.

Sonstige Bestandtheile der Ausathmungsluft.

Regnault u. Reiset, Pettenkofer u. Voit haben in ihren Versuchen, in der von verschiedenen Thieren exhalirten Luft constant Wasserstoff und Kohlenwasserstoff (Grubengas) gefunden; da aber die wichtigen und umfassenden Untersuchungen der genannten Forscher, sich auf den Gesammtgaswechsel beziehen, so ist es nach den Versuchen von Planer und E. Ruge über die Darmgase (vergl. S. 495) und über die rasche Diffusion derselben ins Blut, mindestens sehr wahrscheinlich, dass die genannten Gase, direct oder indirect aus dem Darme stammen. Auf die Theorie der Respiration sind sie jedenfalls ohne Einfluss; dasselbe gilt von den Spuren Ammoniak, die, wo ihr Auffinden nicht auf Beobachtungsfehlern beruhte, wohl nur aus der Mundhöhle etc. stammen.

Von aussen eingeführt, sollen viele flüchtige Stoffe, wie Phosphor, Camphor, Alkohol, ätherische Oele u. a. spurenweise in die Exspirationsluft übergehen, ohne dass übrigens damit bewiesen wäre, dass sie aus dem Blute stammen, wahrscheinlicher ist es wohl, dass ihre in der Mundhöhle zurückbleibenden Dämpfe, von der Exspirationsluft erst hier aufgenommen werden.

Quantitative Verhältnisse.

Quantitative Verhältnisse.

Die Lunge ist eine Ausgangspforte für einen sehr erheblichen Theil der, in Folge der regressiven Stoffmetamorphose gebildeten thierischen Auswurfsstoffe; der Kohlenstoff der in der Exspirationsluft austretenden

Kohlensäure, stammt von dem Organismus, seinen Geweben und Flüssigkeiten; es ist daher an und für sich klar, dass die Menge der durch die Lungen ausgeschiedenen Stoffe und namentlich der Kohlensäure, in einem Abhängigkeitsverhältnisse zur Energie des Stoffwechsels im Allgemeinen stehen müsse und dass sie einen unentbehrlichen Factor darstellen, für die Beurtheilung der quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels; was sich von den eingeführten Nahrungsstoffen, unter Voraussetzung eines gleichbleibenden Körpergewichts, nicht im Harn und den Excrementen findet, das muss bis auf einen geringen, auf die Abschuppung, Schleimausscheidung u. dgl. entfallenden Rest, durch Lungen und Haut ausgetreten sein. Von diesem Standpunkte ist es von Interesse, die unter normalen Lebensbedingungen, durch die Lungen innerhalb einer gewissen Zeit aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffmengen zu kennen. Hierüber sind, wie überhaupt über die quantitativen Verhältnisse der Respirationsausscheidungen, zahlreiche Versuche angestellt.

Allgemeine Bedingungen derselben.

Wenn aber unter normalen Bedingungen für die, innerhalb längerer Zeiträume durch die Lungen ausgeschiedenen Stoffe, endgültig immer der Stoffwechsel maassgebend sein muss, so zeigen sich doch in der Menge und dem relativen Verhältnisse der Lungenauswürflinge innerhalb engerer Grenzen, sehr bedeutende Schwankungen, die auf andere Bedingungen zurückführen. Diese Bedingungen sind 1) die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft, ihre Temperatur, ihr Feuchtigkeitsgrad, ihre Spannung (Luftdruck), ihre Zusammensetzung, endlich namentlich ihr Kohlensäuregehalt; 2) die Absorptionsfähigkeit des Blutes; 3) die Athmungsfläche, ihre grössere oder geringere Ausdehnung; 4) die Zeitdauer der Berührung zwischen Luft- und Blutatmosphäre; endlich 5) die mechanisch-physiologischen Verhältnisse der thätigen Athmungswerkzeuge. Die Temperatur, der Wasserdampfgehalt und der Barometerstand der Atmosphäre werden zunächst die Wasserausscheidung durch die Lungen beeinflussen. Der Einfluss des Feuchtigkeitsgrades wird sich verschieden gestalten, je nachdem die Luft, in welcher die Verdunstung geschieht, bei der Athmung auf die Normaltemperatur des Körpers gebracht wird, oder nicht. Die Druckschwankungen der trockenen Atmosphäre müssen sich ferner geltend insofern machen, als dadurch die Dichtigkeit der Blutgase sich mehren oder mindern muss. Da in der freien Luft die Kohlensäure nur geringe Schwankungen zeigt, so wird die Luftspannung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft, die der Blutkohlensäure nicht wesentlich ändern, wenn aber die atmosphärische Luft mit Kohlensäure abnorm beladen ist, so werden sich wesentliche Aenderungen in der Diffusionsströmung der Kohlensäure ergeben.

Beschaffenheit der Luft, des Blutes, der Lungen und Athmungsorgane überhaupt, Zeitdauer der Wechselwirkung.

Die Absorptionsfähigkeit des Blutes muss nothwendig als eine allgemeine Bedingung in die Athmung eingreifen, weil das Blut die Uebertragung des Sauerstoffs aus der Luft in die Gewebe und diejenige der Kohlensäure, in der umgekehrten Richtung vermittelt. Dass aber die

Absorptionsfähigkeit des Blutes, je nach seiner Zusammensetzung Schwankungen zeigen wird, darf nicht bezweifelt werden.

Dass der Flächeninhalt der Athmungsorgane, auf welchen der Gasaustausch stattfindet, für den Werth des letzteren bestimmend eingreifen muss, versteht sich von selbst, ebenso aber ist auch die Zeitdauer der Berührung von Blut- und Luftatmosphäre von Einfluss. Das mögliche Maximum in der Austauschgeschwindigkeit der Bestandtheile beider Atmosphären, wird nur dann erreicht werden, wenn ein möglichst rascher Blut- und Luftwechsel stattfindet, wenn also das Blut aus den Athmungsflächen mit Sauerstoff beladen, rasch durch die Kohlensäureregion dringt und von dort, bevor noch sein Sauerstoffgehalt beträchtlich gesunken, wieder in eine möglichst sauerstoffreiche Atmosphäre zurückeilt. Verweilen dagegen dieselben Bluttheilchen längere Zeit an demselben Orte, in den Geweben, so wird der Unterschied der Gasarten des Blutes und der Gewebe sich ausgleichen und damit auch der Gasstrom immer langsamer werden.

Zu den mechanisch-physiologischen Bedingungen gehören die Raumverhältnisse des Thorax und der Lunge, die Elasticität der letzteren, die Art (Tiefe, Seichtigkeit etc.) der Athembewegungen und der Athemfolge. Der Einfluss dieser Bedingungen macht sich geltend auf die quantitativen relativen Verhältnisse des Gaswechsels, aber auch umgekehrt können letztere bestimmend auf die Athembewegungen und die Athemfolge einwirken. Eine gehinderte Kohlensäureausscheidung z. B. nöthigt zu rascheren und tieferen Athmungsbewegungen. Da diese Verhältnisse aber der reinen Physiologie angehören, so werden wir auf die Details derselben nicht eingehen. Für die Beurtheilung der Verhältnisse des Gaswechsels in den Lungen ist es endlich von Wichtigkeit, zu wissen, dass die Lungen beim gewöhnlichen Ausathmen 6 bis 8 mal so viel Luft zurückbehalten, als mit jedem Athemzuge umgewechselt wird. Die Zusammensetzung dieser Luft ist natürlich weder die der Einathmungsluft, noch die der Blutgase, sie muss vielmehr innerhalb gewisser Grenzen die der jeweiligen Ausathmungsluft sein.

Mittlere Mengen der innerhalb gewisser Zeiten von den Lungen aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffe.

Mittlere Mengen der innerhalb gewisser Zeiten von den Lungen aufgenommenen und ausgeschiedenen Stoffe.

Ueber die, innerhalb gewisser Zeiträume aufgenommenen Sauerstoff- und ausgeschiedenen Kohlensäuremengen, sind von verschiedenen Beobachtern zahlreiche Versuche angestellt. Wir geben in Nachstehendem eine von Valentin, nach den Daten von Andral und Gavarret entworfene Tabelle über die innerhalb 1 und 24 Stunden von verschiedenen Individuen, durch die Respiration aufgenommenen Sauerstoff- und ausgeschiedenen Kohlenstoffmengen in Grammen, die wir nur insofern vervollständigt haben, als wir die den Kohlenstoffwerthen entsprechenden Kohlensäurewerthe hinzugefügt haben. Nach dem Angeführten bedarf es übrigens kaum noch der Erörterung, dass diese Zah-

Absolute Mengen des absorbirten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure.

len nur bedingt brauchbar sind und gewissermaassen nur als Beispiele dienen können, da nicht allein die Verhältnisse der Respirationsorgane, sondern auch die des Gesammtorganismus, auf die absoluten Mengen aufgenommener und ausgeschiedener Stoffe, vom bestimmendsten Einflusse sein müssen.

Individuen und Alter	Mittleres Körpergewicht in Kilogrammes	Gewichtsmengen						Volumenmengen			
		Ausgeschiedener Kohlenstoff in Grammes		Ausgeschiedene Kohlensäure in Grammes		Absorbirter Sauerstoff in Grammes		Ausgesch. Kohlensäure in Litres bei 0° und 760mm		Absorbirter Sauerstoff in Litres bei 0° und 760mm	
		In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.	In 1 St.	In 24 St.
8 Jahr	22,26	5,0	120,8	18,3	442,9	15,613	374,704	9,30	225,16	8,63	207,22
15 „	46,41	8,7	208,8	31,9	765,6	27,166	651,984	16,21	389,22	18,91	453,89
16 „	53,39	10,8	259,2	39,6	950,4	33,723	809,360	20,13	483,17	23,48	563,42
18 bis 20 „	61,26 bis 60,5	11,4	273,6	41,8	1003,2	35,599	854,324	21,25	510,01	24,78	594,79
20 „ 24 „	65,0 „ 68,8	12,2	292,8	44,7	1073,6	38,094	914,280	22,72	545,81	26,52	636,47
40 „ 60 „	68,8 „ 65,5	10,1	242,4	37,0	888,8	31,537	756,888	18,81	451,85	21,95	526,92
60 „ 80 „	65,5 „ 61,2	9,2	220,8	33,7	809,6	28,727	689,448	17,13	411,59	20,00	479,98

Diese Tabelle zeigt vor Allem, wie bedeutend sich der durch die Lunge vermittelte Gasaustausch auch gewichtlich

gestaltet; sie ergiebt ferner constant einen Ueberschuss von absorbirtem Sauerstoff gegenüber dem mit der Kohlensäure austretenden, wie nachfolgende Gegenüberstellung anschaulich macht:

Ueberschuss von absorbirtem Sauerstoff.

In 24 Stunden in der Kohlensäure ausgeschiedener Sauerstoff in Grammes	In 24 Stunden absorbirter Sauerstoff in Grammes	Ueberschuss des absorbirten Sauerstoffs über den in der Kohlensäure austretenden in Grammes
322,1	374,704	52,604
556,8	651,954	95,154
691,2	809,360	118,160
729,6	854,324	124,724
780,8	914,280	133,480
646,4	756,888	110,488
588,8	689,448	100,648

Man sieht hieraus, dass die Differenz am bedeutendsten ist, wo die grösste Menge Kohlensäure ausgeschieden wird, wo demnach überhaupt ein lebhafterer Umsatz, auch des Wasserstoffs stattfindet.

Die mit einem Athemzuge ausgeschiedene Kohlensäure bietet solche Schwankungen dar, dass Mittelzahlen kaum gegeben werden können, denn die Werthe differiren um mehr als das Doppelte; die Gründe werden wir später kennen lernen; die Thatsache selbst macht nachstehende, den Untersuchungen von Brunner u. Valentin entlehnte Tabelle anschaulich:

Ausgeschiedene Kohlensäure für einen Athemzug.

Zahl der Athemzüge in der Minute	Absolute Menge der Kohlensäure für 1 Minute in Grammes	Absolute Menge der Kohlensäure für 1 Athemzug in Grammes
17	0,6200	0,0365
12	0,6654	0,0554
12	0,6726	0,0560
8	0,6264	0,0783

Man ersieht aber aus dieser Tabelle, dass die für 1 Minute entfallenden Kohlensäuremengen viel geringere Differenzen zeigen, als die für einen Athemzug und mit der Zahl der Athemzüge in umgekehrtem Verhältnisse stehen; je mehr Athemzüge in der Zeiteinheit gemacht werden, desto geringer die Menge der Kohlensäure, für den einzelnen Athemzug und umgekehrt.

Absolute Stickstoffmengen.

Für die absoluten Stickstoffmengen, die ausgeschieden werden, sind die Werthangaben sehr differirend und nicht genügend, um daraus mit Sicherheit ein Plus von Stickstoff in der Exspirationsluft abzuleiten.

Mittlere procentische Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft.

Ueber die mittlere procentische Zusammensetzung der trockenen Ausathmungsluft haben Brunner und Valentin an sich und anderen Individuen, zahlreiche Versuche angestellt. Wir geben in nachstehender Tabelle das Maximum, das Minimum und das Mittel der in 34 Analysen gefundenen Werthe.

	Volumenprocente			Gewichtsprocente		
	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Maximum	5,495	17,246	80,304	8,185	18,767	76,834
Minimum	3,299	14,968	78,890	6,968	16,200	75,151
Mittel aus 34 Analysen	4,380	16,033	79,587	6,546	17,373	76,081

Die Menge von Wasser, welche die Ausathmungsluft enthält, variirt in so hohem Grade, dass es äusserst schwer ist, selbst nur annähernd verwerthbare Mittelzahlen in dieser Beziehung zu finden. Brunner u. Valentin ziehen aus ihren Versuchen den Schluss, dass die Quantität von Wasser, welche durch die ausgeathmete Luft im Ganzen fortgeführt, nicht aber von dem Blute allein geliefert wird, bei erwachsenen männlichen Individuen für 24 Stunden ungefähr zwischen 288 und 860 Grms. zu schwanken vermag. Aus einer Reihe von Untersuchungen haben die genannten Beobachter umstehende Tabelle entworfen.

Absolute Mengen des ausgeschiedenen Wassers.

	In der Exspirationsluft enthaltene Wassermenge in Grammes		
	In 1 Minute	In 1 Stunde	In 24 Stunden
Maximum	0,592	35,520	852,480
Minimum	0,203	12,180	292,320
Mittel	0,345	20,694	506,656

Mit diesem Mittel stimmen die Zahlen Grehant's sehr gut überein, der bei 17 Athemzügen in 1 Minute, die für diese Zeit ausgeschiedene Menge Wasserdampf, 0,391 Grm. betragend fand und unter der Voraussetzung, dass das ausgeathmete Luftvolumen für + 35° C. gesättigt sei, auf 0,383 Grm. berechnete (vergl. S. 690).

Schwankungen der Kohlensäureausscheidung.

Schwankungen in den Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure unter physiologischen Bedingungen:

Hierüber sind von Vierordt, Valentin u. Brunner, Becher u. A. zahlreiche Untersuchungen angestellt, welche mit der Theorie der Kohlensäurediffusion fast überall übereinstimmende Resultate ergeben haben.

Einfluss der Athembewegung.

a. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Athembewegung. Im Ruhezustand des Brustkastens ist der Lungenraum mit Luft gefüllt, welche, in feine Bläschen vertheilt, durch Wandungen von einer sehr grossen Ausdehnung begrenzt wird; diese letzteren sind durchzogen von einem dichten Blutgefässnetze, dessen Inhalt diffundirbare Kohlensäure führt. Insofern die Luft im Lungenraume jemals kohlensäurefrei war, wird sie sogleich einen Antheil dieses Gases empfangen und dieser Antheil wird, alles Andere gleichgesetzt, mit der Zeit ihres Verweilens in der Lunge so lange wachsen, bis sich die Differenz der Spannung ausgeglichen hat. Bevor jedoch diese Ausgleichung stattfindet, geschieht eine neue Einathmung, durch welche kohlensäurearme Luft, theils mit der bis dahin vorhandenen vermengt, theils über die bis dahin vorhandene geschichtet wird. Das erstere geschieht, wenn die Einathmung zu umfänglich ist, um nach Verdrängung der Luft aus den Bronchien, in diesen Platz zu finden, so dass ein Theil der eingeathmeten noch in die Bläschen gelangt; der in den Bronchien zurückbleibende Theil der neu eingetretenen Luft ist die aufgeschichtete. Nach längerem oder kürzerem Verweilen, wird sämmtliche mit der Einathmung aufgenommene Luft wieder ausgestossen, nachdem sie natürlich durch Diffusion und Mischung Kohlensäure empfangen und es bleibt nach dieser Exspiration ein Gasgemenge zurück, welches weniger Kohlensäure enthält, als das unmittelbar vor der Inspiration vorhandene. Der Koh-

lensäuregehalt desselben steigt von Neuem und es wiederholt sich dann der frühere Vorgang u. s f. Mit diesen Voraussetzungen stehen die thatsächlichen Erscheinungen im Einklange:

Die im Beginne einer Exspiration ausgestossene Luft ist ärmer an Kohlensäure.

1) Die Luft, welche im Beginne einer Exspiration ausgestossen wird, ist ärmer an Kohlensäure, als diejenige, welche gegen das Ende derselben austritt (Allen u. Pepys, Vierordt). Dieser Unterschied des Kohlensäuregehaltes verschwindet jedoch, wenn die eingeathmete Luft 40 Secunden lang in der Lunge verweilte, bevor sie wieder ausgestossen wurde.

Diese Befunde entsprechen vollkommen den theoretischen Voraussetzungen: nach vollendeter Einathmung wird nämlich die Dichtigkeit der Kohlensäure in den Lungen abnehmen, von den Lungenwänden hin gegen das Centrum der einzelnen Höhlenabtheilungen und von den engeren Röhren gegen die weiteren (die Bronchien). Der Unterschied dieser Dichtigkeit aber, oder, was dasselbe ist, des Procentgehalts der Luft an Kohlensäure, wird abnehmen mit der Aufenthaltszeit in der Lunge. Der grössere Theil des zuerst ausgestossenen Luftquantums kommt aber unzweifelhaft aus den Bronchien, der zuletzt exspirirte Antheil dagegen ursprünglich aus den Lungenbläschen. Ludwig nimmt an, dass auch nach einer Zeitdauer des Verweilens der Luft in der Lunge von 40 Secunden, eine vollständige Ausgleichung der Kohlensäurespannung in den verschiedenen Lungenparthieen noch nicht erfolgt sei, dass aber die Unterschiede durch die Versuche nicht nachweisbar seien.

Einfluss der Athemfrequenz.

2) Je geringer die Frequenz der Athemzüge in der Zeiteinheit, desto grösser ist der Procentgehalt der Ausathmungsluft an Kohlensäure, desto geringer aber die in der Zeiteinheit ausgeschiedenen absoluten Mengen der Kohlensäure; je grösser dagegen die Frequenz der Athemzüge, desto geringer die procentische Menge der Kohlensäure in der Ausathmungsluft und desto grösser die ausgeschiedenen absoluten Mengen derselben (Vierordt).

Dieses Abhängigkeitsverhältniss macht nachstehende Tabelle anschaulich.

Zahl der Exspirationen in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirationsluft	In 1 Minute exspirirte Luft in CC.	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure in CC.	Durch eine Exspiration ausgeschiedene Kohlensäure in CC.
6	5,7	3000	171	28,5
12	4,1	6000	216	20,5
24	3,3	12000	396	16,5
48	2,9	24000	696	14,5
96	2,7	48000	1296	13,5

Man kann also sagen, die absolute Menge von Kohlensäure, welche in der Zeiteinheit durch die Lunge ausgeschieden wird, steigt, wenn der procentische Gehalt an Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft abnimmt. Auch dies ist nur eine Folge der theoretischen Voraussetzungen. Je rascher der Luftwechsel stattfindet, d. h. je frequenter die Athemzüge sind, desto mehr wird der Kohlensäuregehalt der Lungenluft herabgedrückt, desto grösser aber wird dadurch der Spannungsunterschied zwischen der Kohlensäure des Blutes und jener der Lungenluft; während also durch rasches Athmen die in den Lungen enthaltene Luft immer ärmer an Kohlensäure wird, wächst doch die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure in der Zeiteinheit, weil durch das rasche Athmen die Menge der in der Zeiteinheit ausgestossenen Luft so beträchtlich wächst, dass dadurch trotz des verminderten Procentgehaltes mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, als unter entgegengesetzten Bedingungen. Aus obiger Tabelle ersieht man auch, dass die auf einen Athemzug entfallende Kohlensäure um so mehr abnimmt, je grösser die Frequenz der Athemzüge in der Zeiteinheit war; dies bedarf keiner besonderen Erläuterung. Die absolute ausgeschiedene Menge vertheilt sich eben auf eine bedeutendere Anzahl von Transportmitteln.

Die absolute Vermehrung der Kohlensäure bei steigender Frequenz der Athemzüge gilt aber, wie Lossen experimentell dargethan hat, nur für den Fall, dass die Tiefe derselben annähernd gleich der eines gewöhnlichen Athemzuges (= 500 CC.) bleibt. Athmet man in der Zeiteinheit bei der Willkür überlassener Tiefe öfters, so nimmt trotz des grösseren Gesammtvolumens, die relative und absolute Kohlensäuremenge ab, weil die tieferen Schichten der Lunge durch die flacher werdenden Athemzüge nicht ausgiebig genug ventilirt werden.

Tiefe der Athemzüge.

3) Je tiefer die Athemzüge bei gleicher Zahl derselben in der Zeiteinheit oder, mit anderen Worten, je bedeutender das dadurch ein- und ausbeförderte Luftvolum, desto mehr wächst die in der Zeiteinheit ausgeschiedene Kohlensäure an und desto geringer wird der Procentgehalt der Luft an Kohlensäure (Vierordt). Letzterer erhielt bei seinen Versuchen nach dieser Richtung nachstehende Resultate:

Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirationsluft	In 1 Minute exspirirte Luft in CC.	In 1 Minute exspirirte Kohlensäure in CC.	Durch eine Exspiration ausgeschiedene Kohlensäure in CC.
12	5,4	3000	162	13,5
12	4,5	6000	270	22,5
12	4,0	12000	480	40,0
12	3,4	24000	816	68,0

Es geht hieraus hervor, das seltenere aber tiefere Athemzüge im Allgemeinen ebenso wirken, wie häufigere aber flachere, dies ist nun selbstverständlich, denn die Athembewegungen sind eben im Stande, dasselbe Luftvolumen auf diese doppelte Weise: durch häufigere aber flachere, oder durch seltene aber tiefe Athemzüge in die Luft zu führen. Bei gleichem Volumen der wechselnden Luft werden aber seltene tiefe Athemzüge, die Menge der ausgeführten Kohlensäure mehr steigern, als häufige aber flache, weil der erstgenannte Respirationsmodus die mechanische Mischung der zurückbleibenden und der eingeathmeten Luft mehr begünstigt und gleichzeitig auch die Berührungsfläche zwischen letzterer und dem Blute vergrössert. Mit dieser theoretischen Voraussetzung stimmen von Lossen angestellte Beobachtungen vollkommen überein. Aus obiger Tabelle ersieht man ferner, dass mit dem Luftvolumen zwar die auf einen Athemzug entfallende Kohlensäure ansteigt, aber nicht im geraden Verhältnisse.

Gehemmtes Athmen.

4) Je länger die eingeathmete Luft in der Lunge verweilt und je kleiner das eingeathmete Luftvolum ist, desto grösser wird der procentische Kohlensäuregehalt der Ausathmungsluft (Vierordt); dass dabei die absoluten Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure abnehmen, ist natürlich, denn es wird durch diesen Respirationsmodus der Luftwechsel auf das geringste Maass herabgedrückt, während sich der Unterschied in der Kohlensäurespannung der Luft und der Lungen fortwährend vermindert. Aus den Versuchen von Vierordt und Becher ergiebt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit in dem Ansteigen der procentischen Kohlensäure, mit der Zeitdauer der Athmungshemmung. In einer von Becher angestellten Versuchsreihe wurden im Mittel 4560 CC. Luft ein- und ausgeathmet; die Dauer der Inspiration betrug 2 bis 3 Secunden, jene des Zurückhaltens 0, 20, 40, 60, 80, 100 Secunden. Die Analyse der betreffenden exspirirten Luftvolumina ergab folgende procentische Kohlensäuremengen:

Zeit in Secunden	Kohlensäure in 100 Vol. exspirirter Luft	Zunahme der Kohlensäure für 20 Sec.	Nach dem Diffusionsgesetz berechnete Kohlensäure. (Stefan)	Unterschiede zwischen den gefundenen und berechneten Werthen
0	3,6		3.0	— 0,6
		2,0		
20	5,6		—	—
		0,7		
40	6,3		6,7	+ 0,4
		0,9		
60	7,2		—	—
		0,3		
80	7,3		7,4	+ 0,1
		0,2		
100	7,5		—	—

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Zuwüchse, welche die Dichtigkeit der Kohlensäure in gleichen Zeiten empfängt, rasch abnehmen, wenn die Zeitdauer des Zurückhaltens der Luft fortwährend wächst. Dies entspricht ebenfalls den theoretischen Voraussetzungen, denn je länger die Luft in der Lunge verweilt, desto gesättigter wird sie mit Kohlensäure und desto schwieriger erfolgt dann ein weiterer Uebertritt der Kohlensäure aus dem Blut in die Lunge; wäre vollständige Sättigung eingetreten, so könnte gar keine weitere Kohlensäure mehr aufgenommen werden. Die von Stefan aus den Diffusionsgesetzen für den gegebenen Fall berechneten Zahlen, stimmen mit den gefundenen in bemerkenswerther Weise überein. Nach den für den gegebenen Fall von Stefan entwickelten Gleichungen, würde das Maximum der procentischen Kohlensäure der Lungenluft, welche dieselbe in obiger Versuchsreihe annehmen konnte, 7,57 gewesen sein; bei einer Dauer des Zurückhaltens der Luft von 100 Secunden wurden aber 7,5 Proc. Kohlensäure gefunden; demnach würde nach etwa 100 Secunden die Ausgleichung der Kohlensäurespannung im Blute und der Lungenluft überhaupt erfolgen (Ludwig). Nach den Beobachtungen von Vierordt braucht ein kleineres Volumen eingeathmeter Luft, kürzere Zeit in der Lunge zu verweilen, um den procentischen Kohlensäuregehalt zu gewinnen, welchen ein bedeutenderes erst in längerer Zeit erreicht. Dies bedarf keiner Erläuterung, doch wirken dabei zwei Factoren in entgegengesetzten Richtungen, so dass das Verhältniss kein proportionales sein kann. Das grössere Luftvolum dringt tiefer in die Bläschen, mischt sich dort inniger und um es aufzunehmen, müssen sich die Berührungsflächen zwischen der Luft und den Kohlensäure abgebenden Blutgefässnetzen ausdehnen; dieser Umstand kürzt die zur Sättigung nöthige Zeit wieder ab, während sie die Volumvermehrung an und für sich verlängert (Ludwig).

Mit Bezug auf den Einfluss der Athembewegung auf die Kohlensäureausscheidung würde die Theorie verlangen, dass die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher die Kohlensäure in die Lungenluft diffundirt, während eines ganzen Athmungsactes (In- und Exspiration, Pause) wachse mit der Zeit, während welcher der Brustkorb in der Einathmungsstellung verweilt; doch fehlt es hierüber ebenso an experimentellen Belegen, wie über den theoretisch vorauszusehenden Einfluss, den die Raumverhältnisse des Thorax ausüben.

Einfluss der physikalischen Luftveränderungen.

b. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Temperatur und dem Druck der atmosphärischen Luft.

Temperatur.

Mit der Erniedrigung der Lufttemperatur steigt die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure (Lavoisier, Letellier, Vierordt). Den Werth dieses Einflusses macht nachstehende, aus den Untersuchungen von Vierordt gezogene Tabelle anschaulich:

Mittlere Lufttemperatur 8,47° C.						Mittlere Lufttemperatur 19,40° C.					
Pulsschläge in 1 Minute	Athemzüge in 1 Minute	Exspirirtes Luftvolumen in 1 Minute in CC.	Kohlensäure in CC. in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Exspirationsluft	Volumen einer Exspiration in CC.	Pulsschläge in 1 Minute	Athemzüge in 1 Minute	Exspirirtes Luftvolumen in 1 Minute in CC.	Kohlensäure in CC. in 1 Minute	Kohlensäure in 100 Vol. Luft	Volumen einer Exspiration in CC.
72,93	12,16	6672	299,3	4,28	548	71,29	11,57	6106	257,11	4,0	520,8

Aus mehreren hundert, von Vierordt angestellten Beobachtungen ergiebt sich, dass mit zunehmender Wärme der Luft, die Grösse und Zahl der Athembewegungen, sowie der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft abnehmen, während die Pulsfrequenz sich fast gleich bleibt.

Das Ansteigen der Kohlensäure bei abnehmender Lufttemperatur hat Liebig a priori gefolgert, indem er auf die Thatsache hinwies, dass im Allgemeinen, mit zunehmender Wärme der Luft das Nahrungsbedürfniss bei dem Menschen abnimmt, da aber, unter der Voraussetzung des gleichbleibenden Körpergewichts, der Verbrauch der Aufnahme entspricht, so müsse bei höherer Temperatur eine geringere Menge von Kohlensäure im Körper gebildet werden und umgekehrt. Zu demselben Schlusse gelangte er durch die Erwägung, dass die Wärme unseres Körpers, trotz verschiedener Lufttemperaturen und ihrer abkühlenden Wirkung, verhältnissmässig geringe Schwankungen zeigt, denn daraus müsse man schliessen, dass bei niederer Temperatur durch Abkühlung verloren gehende Wärme, hier schneller zersetzt werde, als bei höherer, was aber bei der für erwiesen zu erachtenden Quelle der thierischen Wärme, nur durch einen gesteigerten Stoffumsatz und dem entsprechend, durch eine stärkere Kohlensäurebildung geschehen könne.

Muss man nach Allem, eine beschleunigte Oxydation als die wesentliche Ursache der gesteigerten Kohlensäureausscheidung bei niederer Temperatur anerkennen, so könnte auch die gesteigerte Diffusionsgeschwindigkeit der Kohlensäure, aus dem immer nahezu gleich warmen Blute in die kalte Lungenluft, einen wenn auch geringen Antheil daran haben, denn nach Valentin's Beobachtungen ist bei niedriger Lufttemperatur, auch die Ausathmungsluft noch um einige Grade kälter, als bei hoher Lufttemperatur.

Luftdruck.

Mit der Zunahme des Luftdrucks nimmt die ausgeschiedene Kohlensäure zu (St. Sage, Hervier, v. Vivenot jun.); die Versuche von v. Vivenot und Lange ergaben, dass bei einer Vermehrung des normalen Luftdrucks um $^3/_7$ oder um etwa 300 Mm., wie er in dem

jetzt zu Heilzwecken verwendeten Tabarié'schen pneumatischen Apparate erzielt wird, die Lunge eine auch nach dem Luftbade andauernde Vermehrung ihrer vitalen Capacität erfährt, so dass grössere Luftmengen durch die Respiration aus und ein befördert werden; die Zahl der Athemzüge in der Zeiteinheit nimmt ab, aber ihre Tiefe bedeutend zu. Die Theorie verlangt, dass bei diesem Athmungsmodus die in der Zeiteinheit ausgeschiedene Kohlensäuremenge ansteigen muss. Die Erfahrungen von v. Vivenot entsprechen der Theorie, insofern sie eine absolute Vermehrung der in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Kohlensäure und ebenso der auf einen Athemzug entfallenden ergaben. Bezüglich des Procentgehaltes der Ausathmungsluft an Kohlensäure, sind seltenere und tiefe Athemzüge in ihrer Wirkung einander entgegengesetzt. Es wird daher vom Wirkungswerth dieser beiden Momente abhängen, wie sich der Einfluss derselben quantitativ gestaltet.

Einfluss der Blutmischung.

c. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Blutmischung. Die Theorie verlangt, dass alles Andere gleichgesetzt, die Ausscheidung der Kohlensäure beschleunigt werden muss, wenn sich dieses Gas in Folge einer gesteigerten Kohlensäurebildung in den Geweben anhäuft. Es ist aber klar, dass auf die Verhältnisse der Kohlensäurebildung, zunächst Qualität und Quantität der Nahrung, sowie alle jene Momente, welche erfahrungsgemäss den Stoffwechsel beschleunigen, von Einfluss sein werden. Die experimentelle Prüfung dieser theoretischen Postulate wird dadurch erschwert, weil zuerst zu eruiren wäre, ob die gesteigerte Ausscheidung auch wirklich Folge einer gesteigerten Bildung ist; dies lässt sich auf directem Wege nicht erreichen, da wir den Kohlensäuregehalt des lebenden Blutes nicht direct bestimmen können, auf indirectem Wege aber haben Vierordt u. Becher bei ihren Versuchen den auf die vermehrte Kohlensäurebildung entfallenden Werth der ausgeschiedenen Menge dieses Gases eruirt.

Becher benutzt als ein proportionales Maass für die Anhäufung der Kohlensäure im Blute den procentischen Kohlensäuregehalt, welchen ein gleich grosses Luftvolum annehmen kann, das zu verschiedenen Zeiten von demselbem Individuum eingeathmet und gleich lange in der Lunge zurückgehalten wurde, nachdem der Brustkorb jedesmal vor der Einathmung durch eine tiefe Exspiration auf das geringste Maass seines Inhaltes zurückgebracht wurde; ändert sich unter so gleichen Bedingungen der procentische Kohlensäuregehalt der Ausathmungsluft, so kann dies nur daher rühren, weil die Spannung der Kohlensäure im Blute selbst veränderlich war. Vierordt bestimmte die in gleichen Zeiten ausgeschiedenen absoluten Gewichtsmengen der Kohlensäure. Stellte sich heraus, dass während eines gewissen Zeitraums das in der Zeiteinheit gegebene Kohlensäuregewicht vermehrt oder vermindert, der Kohlensäuregehalt des Individuums aber zu Beginn und zu Ende des erwähnten, Zeitraums gleich geblieben war, so war selbstverständlich die Kohlensäurebildung zeitweise verändert. Einen gleichen Kohlensäuregehalt des Individuums nahm Vierordt dann an, wenn die Lunge in je zwei Zeiteinheiten gleiche Kohlensäuremengen ausgiebt, während die Folge und der Umfang der Athembewegungen dieselben sind.

Bei der Beurtheilung des Einflusses der Blutmischung, oder besser des Kohlensäuregehaltes des Blutes auf die Ausscheidung der Kohlensäure, kommt übrigens auch noch der Umstand in Betracht, dass die, durch vermehrte Bildung in den Geweben im Blute sich anhäufende Kohlensäure, nach den Versuchen von Becher, keineswegs so rasch abströmt, als sie zufloss. Die sich auf diese Verhältnisse beziehenden und die Theorie bestätigenden Thatsachen sind folgende:

1) Bei Nahrungsentziehung, beim Hungern, sinkt die Menge der in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Kohlensäure stetig, anfangs langsamer, gegen das Ende zu aber rascher (Letellier, Boussingault, Schmidt, Regnault u. Reiset, Pettenkofer u. Voit, J. Ranke). Schon das Ausfallen einer einzigen Mahlzeit, setzt die Kohlensäureausscheidung nicht unerheblich herab. Nach 10tägigem Hungern eines Hundes, fanden Pettenkofer u. Voit als Minimum für die 24stündige Kohlensäuremenge 289,4 Grm., während sie bei demselben 32 Kilo schweren Hunde, bei sehr reichlicher Fütterung 840,4 Grm. betrug. J. Ranke beobachtete an sich selbst, nach 24stündigem Hungern ebenfalls constant eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung, welche aber keineswegs im Verhältniss zur Abnahme der Harnstoffausscheidung stand, wie dies Pettenkofer u. Voit auch für den Hund fanden. Es muss jedoch bemerkt werden, dass sich alle von Pettenkofer und Voit, sowie von J. Ranke hier angeführten Versuche auf den Gesammtgaswechsel beziehen, auf den wir weiter unten zurückkommen.

Nahrungsentziehung.

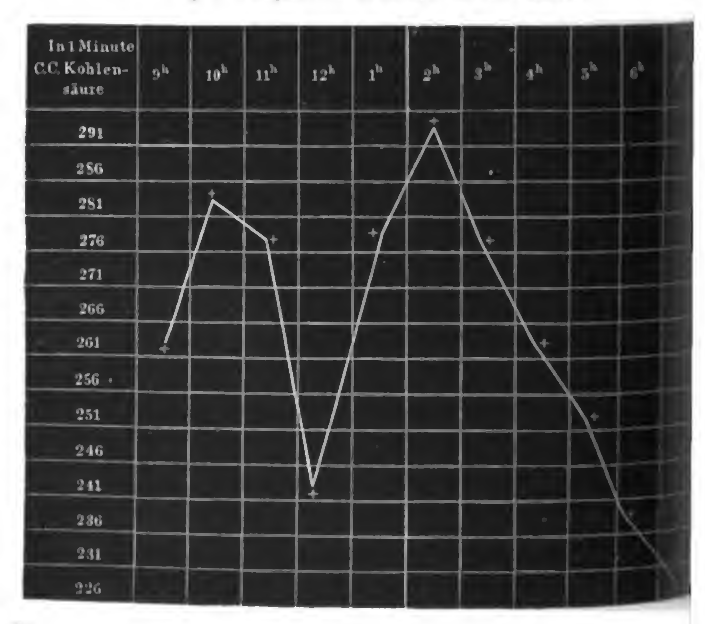
Dass übrigens die Kohlensäureausscheidung, als ein Product der lebensnothwendigen chemischen Processe bis zum Tode fortschreitet, bedarf keiner Erörterung.

2) Bei einem Nahrungsmaass, welches das mittlere Körpergewicht unverändert erhält, kann die ausgeschiedene Kohlensäuremenge, je nach Menge und Qualität der Nahrung, ziemlich bedeutende Schwankungen zeigen. Wenngleich aber sie immer zu dem Kohlenstoffgehalt der Nahrung in einem gewissen Verhältnisse stehen wird, so ist dies doch kein so einfaches, dass ihre Menge als directes Maass für die Grösse der thierischen Oxydation zu verwerthen wäre, denn wir sehen, dass von dem aufgenommenen Sauerstoff bald grössere, bald geringere Mengen in der ausgeathmeten Kohlensäure wieder erscheinen, da nämlich der Sauerstoff nicht bloss zur Oxydation des Kohlenstoffs, sondern auch zu jener des Wasserstoffs derjenigen Stoffe, deren Sauerstoff nicht hinreicht, um mit dem ersteren Wasser zu bilden, verwendet wird und andererseits, weil die Albuminate nicht geradeauf in die einfachen Sauerstoffverbindungen ihrer Elemente zerfallen, indem sich ihr Stickstoff mit einem Antheil Kohlenstoff und Wasserstoff in der Form von Harnstoff, Harnsäure u. s. w. abspaltet und durch die Nieren ausgeschieden wird. Im Allgemeinen wird daher bei einer Nahrung mit Amylaceïs mehr Sauerstoff in der Kohlensäure wieder austreten, als bei einer solchen mit Fleisch

Qualität der Nahrung.

und Fett, womit im Allgemeinen die Erfahrung übereinstimmt. Allein bei ihren Untersuchungen über den Gesammtgaswechsel haben Pettenkofer u. Voit gefunden, dass in der Kohlensäure desselben sogar ein bedeutendes Mehr von Sauerstoff austreten kann, als aufgenommen wurde und es fragt sich zunächst, wie dieses Plus von Kohlensäure zu erklären sei. Hierbei ist vor Allem ins Auge zu fassen, dass die durch Haut, Lunge und Darm austretende Kohlensäure, keineswegs ausschliesslich von einer Oxydation des Kohlenstoffs der umgesetzten Nahrung und Gewebe stammt, denn zu dieser addirt sich diejenige, welche durch Gährungsvorgänge im Darm, wie die Versuche von Planer und Ruge lehren, zu nicht unbedeutendem Betrage gebildet wird und ebensowohl durch den Darm selbst, wie auch in Folge von Diffusion, durch Haut und Lunge austreten kann und endlich kann auch die Möglichkeit nicht in Abrede gestellt werden, dass aus den Kohlehydraten u. s. w. der Nahrung, sich unter gewissen Bedingungen Kohlensäure abspalte, die sich nun ebenfalls zu der durch Oxydation gebildeten addirt. Aus Allem diesem ergiebt sich zur Genüge, dass das Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem Kohlenstoffgehalt und zur Menge der Nahrung noch nicht so aufgehellt ist, als es zu wünschen wäre.

Fig. 1. Ausgeathmete Kohlensäure in einer Minute.

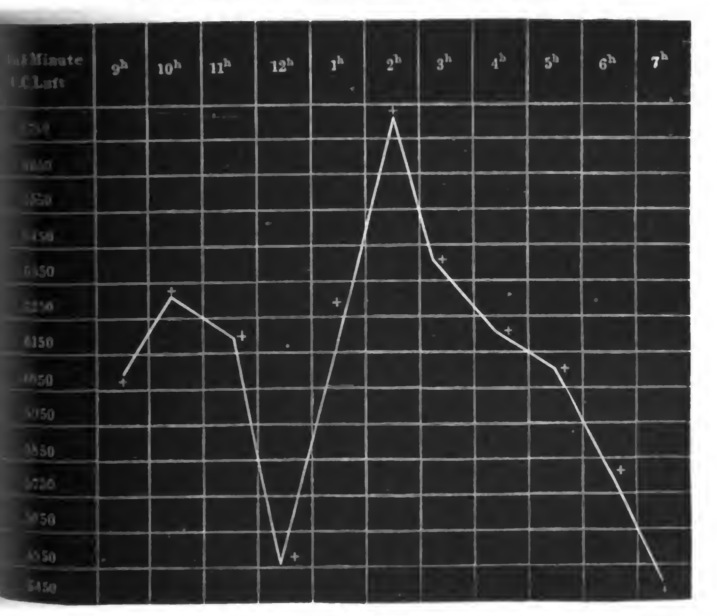


Verdauung.

3) Kurze Zeit nach der Nahrungsaufnahme, beginnt eine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung und scheint mit ihrem vollendeten Uebertritt in das Blut, 2 bis 3 Stunden nach der Mahlzeit, das Maximum zu erreichen. Die Steigerung der Kohlensäureausscheidung nach Nahrungsaufnahme ergiebt sich deutlich aus nachstehenden (Fig. 1 und 2) graphischen Darstellungen Vierordt's, zu welchen zu bemerken ist, dass vor 9 Uhr ein Frühstück und um $1^1/_2$ Uhr ein Mittagsmahl genommen wurde.

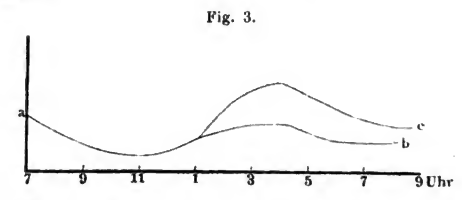
Man sieht das Maximum der Kohlensäureausscheidung und das Maximum des ausgeathmeten Luftvolumens zusammenfallen, wie überhaupt beide Werthe einander nahezu gleichlaufen. Nach dem Frühstück giebt sich eine Steigerung kund, von da ab fällt der Werth constant bis 12 Uhr, um nun rasch anzusteigen und um 2 Uhr das Maximum zu erreichen; von da aber fällt er wieder, um gegen 7 Uhr Abends seinen tiefsten Stand einzunehmen. Damit stimmen im Allgemeinen die Beobachtungen von Becher über die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes des Blutes zu verschiedenen Tageszeiten überein, wie dies nachstehende, über die Zeit beschriebenen Curven beweisen. Die Ordinaten sind die zu den bezeichneten Zeiten beobachteten Kohlensäureprocente der Lungenluft. Von

Fig. 2. Volumen der exspirirten Luft in einer Minute.



den beiden Curven (Fig. 3) stellt *ab* den Gang vor, wenn keine Nahrung genommen, *ac* dagegen, wenn um 1 Uhr ein gewöhnliches Mittagsmahl genossen wurde.

Fig. 3.



In den Versuchen von Becher fand das Maximum der Kohlensäureausscheidung um etwa 1 Stunde später statt, als bei Vierordt. Bei einer Vergleichung der täglichen Harnstoffschwankungen S. 535 bemerkt man sogleich, dass das Maximum der Kohlensäureausscheidung einige Stunden früher fällt, als das der Harnstoffausscheidung; beide Ausscheidungen und wahrscheinlich auch beide Bildungen, gehen demnach einander nicht parallel.

Geistige Getränke, Thee etc.

4) Nach dem Genusse von geistigen Getränken, Thee, ätherischen Oelen soll die Kohlensäureausscheidung absolut und relativ vermindert sein (Vierordt, Prout, Perrin). Diese Erfahrung liesse sich bezüglich des Alkohols mit der Theorie insofern in Einklang bringen, als der Alkohol eine wasserstoffreiche Substanz ist, doch stehen mit diesen Angaben Beobachtungen von E. Smith vielfach in Widerspruch, deren Lösung zukünftigen Untersuchungen überlassen bleiben muss.

Einfluss der körperlichen Bewegung.

d. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Muskelthätigkeit. Nach körperlicher Bewegung wird, nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Scharling, Seguin, H. Hoffman, E. Smith, Vierordt, Pettenkofer u. Voit, die in der Zeiteinheit ausgeschiedene Kohlensäure sehr bald vermehrt und erhält sich auf dieser Steigerung stundenlang, wenn die Bewegung eine anhaltende war (Vierordt). Aus den von J. Ranke am Frosch angestellten Versuchen folgert derselbe ebenfalls eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der stündlichen Gesammtkohlensäureausscheidung in Folge des Tetanus, welche entweder schon während des Tetanus selbst, oder erst nach demselben in der Zeit der Ruhe beginnt und einige Zeit andauert; auf diese Vermehrung aber scheint eine Verminderung derselben zu erfolgen, welche die erstere zu compensiren vermag, so dass eine absolute Steigerung bei Zugrundelegung längerer Zeiträume nicht nachweisbar ist. Eine nicht unbedeutende Vermehrung der Kohlensäureausscheidung, als unmittelbare Folge des Tetanus constatirte auch Sczelkow bei Hunden und Kaninchen. Er bestimmte die Kohlensäure der Gase des, der Vena profunda femoris entnommenen Muskelvenenbluts und fand in allen Versuchen den Kohlensäuregehalt

des Venenbluts des thätigen Muskels vermehrt. Er bestimmte ferner die Kohlensäure der, von Kaninchen während der körperlichen Ruhe und während eingeleiteten Tetanus der hinteren Extremitäten, ausgeathmeten Luft, so wie den Sauerstoff des Athmungsraumes und fand auch hier als Folge des Tetanus eine beträchtliche Vermehrung der Kohlensäureausscheidung während des Tetanus, zugleich aber auch eine gesteigerte Sauerstoffabsorption, so dass also die Muskelthätigkeit eine Steigerung des Gesammtgaswechsels zur Folge zu haben scheint. Die Vermehrung der Sauerstoffaufnahme stand aber nicht im Verhältnisse zur Vermehrung der Kohlensäure, sondern war geringer als diese. Sczelkow glaubt die Vermehrung der Kohlensäure während des Tetanus, auf eine vermehrte Bildung derselben zurückführen zu müssen. Auch Regnault u. Reiset endlich beobachteten nach Muskelanstrengung, bei Thieren eine rasche Steigerung der Kohlensäureausscheidung. Auf eine, auf die Vermehrung folgende mögliche proportionale Verminderung derselben, wurde in den Versuchen von Sczelkow, Regnault u. Reiset keine Rücksicht genommen.

Einfluss des Blutstroms und der Lungenwand.

e. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von dem Blutstrom und der Beschaffenheit der Lungenwand. Es ist eine theoretische Nothwendigkeit, dass die Modalität des Blutstroms und die Beschaffenheit der Lungenwand die Kohlensäureausscheidung beeinflussen müssen. Die bezüglich des Blutstromes in Betracht kommenden Momente sind die Spannung und die Geschwindigkeit desselben.

Spannung des Blutstroms.

Eine vermehrte Spannung der Blutströmung muss, alles Andere gleichgesetzt, die Ausscheidung der Kohlensäure steigern und zwar einmal deshalb, weil durch sie die Berührungsfläche zwischen Blut und Luft vergrössert wird und dann, weil dadurch natürlich auch die Kohlensäurespannung im Blute gesteigert und unter gewöhnlichen Bedingungen der Kohlensäurespannung im Lungenraum, das Ueberströmen der Kohlensäure in diesen begünstigt wird.

Geschwindigkeit des Blutstroms

Unter der allerdings eines stricten Beweises ermangelnden Voraussetzung, langsam strömendes Blut enthalte beim Austritt aus den Capillaren der Lungenbläschen, Kohlensäure von geringerer Spannung, als rasch fliessendes Blut (was dadurch wahrscheinlich wird, weil langsam strömendes wohl mehr Kohlensäure abgiebt) und setzen wir in beiden Fällen die Kohlensäurespannung des arteriellen Blutes gleich, so müsste die Geschwindigkeit des Blutstroms zur Ausscheidung der Kohlensäure im Verhältnisse stehen, denn es wäre dann die mittlere Dichtigkeit oder Spannung der Kohlensäure des Blutes, während des Verweilens in der Lunge bei langsamer Strömung geringer als bei rascher.

Beschaffenheit der Lungenwand.

Die Beschaffenheit der Lungenwand wird ihren Einfluss auf die Kohlensäureausscheidung geltend machen durch das Verhältniss der Wandausdehnung zum Luftvolum, welches die Lunge fasst, ferner durch die Dicke und Qualität der Trennungsschicht zwischen Luft und Blut. So wird bei

gleicher Räumlichkeit eine grossblasige emphysematische Lunge weniger Kohlensäure liefern, als eine kleinblasige. Von der Dicke der Lungenwand, ihrem Wassergehalt u. s. w. hängt der Widerstand ab, den die Kohlensäure auf ihrem Wege vom Blut in die Lungenluft findet; also muss auch hiermit die Kohlensäureausscheidung veränderlich werden.

Versuche zur Feststellung der Bedeutung dieser Verhältnisse für die Kohlensäureausscheidung, fehlen ebensowohl bezüglich der Blutströmung, als auch bezüglich der Beschaffenheit der Lungenwand.

f. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von Alter, Geschlecht und anderen körperlichen Zuständen.

Alter und Geschlecht.

1) Uebereinstimmende Beobachtungen verschiedener Physiologen lehren, dass Männer durchschnittlich mehr Kohlensäure ausscheiden, als Frauen und erwachsene Individuen mehr als Kinder.

Die Menge der täglich excernirten Kohlensäure steigt durchschnittlich bis zum 40. bis 45. Lebensjahre und steht im Verhältnisse zur Entwickelung des Muskelsystems (Andral u. Gavarret). Bei Kindern sind die täglich ausgeschiedenen Kohlensäuremengen geringer, als bei Erwachsenen, allein berechnet man die ausgeschiedenen Mengen auf gleiches Körpergewicht, so ergiebt sich, dass Kinder fast doppelt so viel Kohlensäure produciren, als Erwachsene (Scharling). Alles dies gilt auch für Thiere (Regnault u. Reiset). Diese Verhältnisse macht nachstehende, Lehmann entlehnte und nach directen Versuchen berechnete Tabelle anschaulich.

Individuen	Alter	Körpergewicht in Kilogrammes	In 1 Stunde excernirte Kohlensäure in Grammes	Von 1000 Grammes Körpergewicht in 1 Stunde excernirte Kohlensäure
Knabe	$9\frac{3}{4}$ Jahre	22,0	20,338	0,9245
Mädchen	10 „	23,0	19,162	0,8831
Jüngling	16 „	57,75	34,280	0,5887
Jungfrau	17 „	55,75	25,342	0,4546
Mann	28 „	82,00	36,623	0,4466
Mann	35 „	65,50	33,530	0,5119

Schlaf und Wachen.

2) Während des Schlafes findet eine sehr erhebliche Verminderung der Kohlensäureausscheidung statt.

Diese schon von Scharling constatirte Thatsache wurde in jüngster Zeit durch sehr interessante Versuche von Pettenkofer und Voit vollkommen bestätigt. Von 100 Grm. innerhalb 24 Stunden ausgeschiedener

Kohlensäure, erschienen bei einem ruhenden Menschen innerhalb der 12 Tagesstunden 58 Grm., innerhalb der 12 Nachtstunden nur 42 Grm. in den Perspirationsproducten. Bei einem Menschen, der den Tag über stark körperlich gearbeitet hat, war das Verhältniss noch auffallender. Die 12 Tagesstunden lieferten auf 100 Thle. ausgeschiedener Kohlensäure, 69 Grm., die 12 Nachtstunden nur 31 Grm. Die Versuche von Pettenkofer und Voit ergaben aber das überraschende Resultat, dass nicht, wie man früher allgemein glaubte, der verminderten Kohlensäureausscheidung bei Nacht, auch eine verminderte Sauerstoffabsorption parallel gehe, der Stoffwechsel demnach gewissermaassen auf ein Minimum sinke, sondern dass vielmehr der verminderten Kohlensäureausscheidung bei Nacht, eine sehr gesteigerte Sauerstoffabsorption zu dieser Zeit entspricht. Der ruhende Mensch absorbirt innerhalb 12 Tagesstunden von 100 Grm. aufgenommenem Sauerstoff 33 Grm., bei Nacht dagegen 67 Grm., der arbeitende innerhalb der 12 Tagesstunden 31 Grm. Sauerstoff, während der 12 Nachtstunden 69 Grm. Sauerstoff. Das ganze Verhältniss und den Antagonismus zwischen Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffabsorption macht nachstehendes Schema übersichtlich:

	Von 100 Grm. Kohlensäure werden ausgeschieden		Von 100 Grm. Sauerstoff werden aufgenommen	
	bei Tag	bei Nacht	bei Tag	bei Nacht
Bei Ruhe	58	42	33	67
Bei Arbeit	69	31	31	69

Wie aus dieser Tabelle sich ergiebt, stand bei dem arbeitenden Menschen Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme genau im umgekehrten Verhältnisse bei Tag und Nacht. Diese merkwürdigen Resultate stehen vollkommen im Wiederspruche mit unseren bisherigen Anschauungen. Sie lehren, dass der Mensch während des Tages einen grösseren Theil der Kohlensäure auf Kosten des Sauerstoffs erzeugt, welchen er in der vorausgegangenen Zeit der nächtlichen Ruhe aufgenommen hat, sie bestätigen aber den Satz unserer Prämissen, dass der Sauerstoff die organischen Atomcomplexe nicht sofort und unmittelbar zu den Endproducten verbrennt, sondern dass die Oxydation Zwischenphasen durchläuft, die den Sauerstoff Stundenlang im Körper zurückhalten.

Darauf haben übrigens von jeher die Respirationsuntersuchungen über den Winterschlaf der Murmelthiere hingewiesen, welche ergaben, dass die Thiere durch ihre Respiration an Gewicht zunehmen, trotzdem, dass sie constant etwas Wasser und Kohlensäure abgeben. Constant ist

die Gewichtszunahme deshalb nicht, weil die Thiere von Zeit zu Zeit Harn lassen.

Merkwürdig ist auch noch in den Versuchen von Pettenkofer und Voit der Parallelismus der Kohlensäureabgabe während der Nacht, mit der Sauerstoffaufnahme während des Tages. Gleich wie am Tage kein grosser Unterschied in der Sauerstoffaufnahme ist, bei Ruhe und Arbeit, so ist auch in der Nacht kein erheblicher Unterschied in der Kohlensäureausscheidung, der Mensch mag den Tag über sich körperlich angestrengt haben oder nicht.

Einfluss der Zusammensetzung der Einathmungsluft.

g. Abhängigkeit der Kohlensäureausscheidung von der Zusammensetzung und den Eigenschaften der Einathmungsluft. Da die atmosphärische Luft als solche, keine bemerkbaren Schwankungen ihrer Zusammensetzung zeigt, wenn wir von ihrem wechselnden Wassergehalte absehen, so kann nur von Gasmengen hier die Rede sein, deren Zusammensetzung von jener der atmosphärischen Luft qualitativ oder quantitativ wesentlich abweicht, oder von Versuchen mit einfachen Gasen, insofern dieselben überhaupt respirabel sind. Derartige Versuche fallen aber bereits ausserhalb der physiologischen Grenzen, haben aber mehrfach praktisches Interesse.

Vermehrung der Kohlensäure in der Einathmungsluft.

1) In einer Atmosphäre, deren Kohlensäuregehalt ein grösserer ist, als der der reinen atmosphärischen Luft, wird die Kohlensäureausscheidung constant vermindert sein und zwar geht die Hemmung derselben proportional dem Gehalte der Luft an Kohlensäure. Wir haben bereits weiter oben S. 698 erörtert, wie dies W. Müller experimentell nachgewiesen hat und nach dem Erörterten bedarf das „Warum“ dieser Erscheinung auch keiner Erläuterung mehr; sie steht in vollkommenstem Einklange mit den Diffusionsgesetzen und der darauf basirten Theorie der Respiration. Eine Anhäufung der Kohlensäure in der Luft, wie dies in schlecht ventilirten Räumen, auf Schiffen, in Dunsthöhlen, Gährungskellern erfolgen kann, wird sonach immer eine Anhäufung derselben im Blute zur Folge haben, wenn in einem derartigen Luftgemenge geathmet wird. Eine solche Anhäufung ist aber physiologisch gleichbedeutend mit der Unterdrückung einer Excretion; durch die Sättigung mit Kohlensäure verliert das Blut allmählich die Fähigkeit, den ungestörten Verlauf der übrigen Lebensfunctionen zu vermitteln, auch scheint die Kohlensäure als ein directes Narcoticum das Nervensystem zu afficiren. Die Frage, bis zu welcher Grenze der Kohlensäuregehalt der Luft ansteigen kann, ohne das Leben des athmenden Individuums zu gefährden, haben wir bereits S. 69 erörtert.

Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Einathmungsluft.

2) Eine Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Einathmungsluft, soll nach den Erfahrungen von Allen u. Pepys die Kohlensäureausscheidung steigern; damit sind aber die Beobachtungen von W. Müller im Widerspruch, ebenso auch die von Regnault u. Reiset. Letztere fanden, dass wenn die Einathmung einer sehr sauerstoffreichen Luft einen Tag lang fortgesetzt wurde, der Werth der mit der

Exspiration ausgeschiedenen Kohlensäure kein höherer war, als für einen Tag, an welchem gewöhnliche atmosphärische Luft eingeathmet wurde. Da Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung in keinem physikalischen Zusammenhange stehen und da die Oxydation einer chemischen Verbindung, vorausgesetzt, dass der dazu nöthige Sauerstoff überhaupt vorhanden ist, durch einen Ueberschuss von Sauerstoff keineswegs beschleunigt wird, so müssen die Beobachtungen von Allen u. Pepys wohl auf einem Irrthume beruhen, oder es müssen andere Gründe der Kohlensäurevermehrung in ihren Versuchen obgewaltet haben.

Athmen in reinem Sauerstoffgas.

Auch haben Regnault u. Reiset sowie W. Müller beobachtet, dass das Athmen in reinem Sauerstoffe gerade so vor sich geht, wie in gewöhnlicher atmosphärischer Luft, ohne dass die Versuchsthiere irgend welche besondere Erscheinungen darboten, während in neuerer Zeit Demarquay u. Léconte bei Hunden, nach Einathmung grösserer Mengen reinen Sauerstoffs, grössere Lebhaftigkeit und vermehrten Appetit wahrzunehmen glaubten.

Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Einathmungsluft.

3) Eine Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Einathmungsluft soll eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung zur Folge haben (Coutenceau, Nysten). Die Richtigkeit dieser Angabe wäre zu prüfen, jedenfalls kann die Theorie eine Erklärung dafür vorläufig nicht geben.

Athmen in einem Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff.

4) In einer künstlichen Atmosphäre, welche anstatt des Stickstoffs Wasserstoff, aber ebensoviel Sauerstoff als gewöhnliche Luft enthält, geht das Athmen ebenfalls ganz normal von statten (Regnault u. Reiset). Dies steht mit Bezug auf die Kohlensäureausscheidung mit der Theorie nicht im Widerspruch, deutet übrigens jedenfalls darauf hin, dass die Rolle des Stickstoffs im Respirationsprocesse vorwiegend eine passive ist.

Athmen im Lustgase.

5) Einathmen von Stickoxydulgas soll eine vermehrte Kohlensäureausscheidung zur Folge haben (Davy, Ph. Zimmermann); bei der specifischen Wirkung, welche dieses Gas auf Gefäss- und Nervensystem äussert, könnte die vermehrte Kohlensäureexcretion eine Folge des beschleunigten Blutumlaufes und beschleunigter Athembewegungen sein. Aus den Versuchen von L. Hermann ergiebt sich übrigens, dass reines Stickoxydulgas nur wenige Augenblicke eingeathmet werden kann, indem bei Thieren und Menschen dem bekannten Rausche Asphyxie folgt. Eine Mischung von 4 Vol. Stickoxydul dagegen und 1 Vol. Sauerstoff kann ohne Gefahr eingeathmet werden, doch tritt auch hier schon nach $1^{1}/_{2}$ bis 2 Minuten der Rausch ein.

Athmen einer Kohlenoxyd enthaltenden Luft.

6) Ein geringer Zusatz von Kohlenoxyd zur Einathmungsluft (0,54 Proc. Leblanc, 0,6 Proc. Cl. Bérnard) hebt die Respirationsthätigkeit völlig auf. Wir werden den Grund dieser Erscheinung weiter unten erörtern, vgl. übrigens S. 360.

Schwankungen in den absorbirten Mengen von Sauerstoff unter physiologischen Bedingungen.

Schwankungen in der Sauerstoffabsorption.

Genauere Untersuchungen über die Sauerstoffabsorption unter verschiedenen Verhältnissen, sind nur von Regnault u. Reiset angestellt. Dieselben fanden, dass die von demselben Thiere in gleichen Zeiten absorbirten Sauerstoffmengen, bedeutende Schwankungen zeigten, die keineswegs überall auf ihre wahre Ursache zurückgeführt werden konnten; dies kann nicht Wunder nehmen, da die Gesetze der Sauerstoffabsorption mit Bezug auf das Blut noch keineswegs mit einiger Schärfe ermittelt und da uns die, die chemische Anziehung beeinflussenden Momente noch so gut wie unbekannt sind.

Theoretisch können wir folgende Bedingungen für die Schwankungen in der Sauerstoffabsorption postuliren:

Einfluss des Sauerstoffgehaltes der Lungenluft.

a. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von dem Sauerstoffgehalte der Lungenluft. Der Uebergang des Sauerstoffs aus der Lungenluft in das Blut wird so lange fortdauern, bis entweder die Blutkörperchen vollständig mit Sauerstoff gesättigt sind, oder bis der Gehalt der Lungenluft an diesem Gase so sehr vermindert ist, dass sich die chemische, von den Blutkörperchen ausgeübte Anziehung und das Ausdehnungsbestreben des Sauerstoffs das Gleichgewicht halten. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Sauerstoffs nach dem Blute hin wird aber auch von der Sauerstoffspannung in der Lungenluft abhängen, denn der Sauerstoff kann nur zu den Blutkörperchen kommen, insofern er vorher das Plasma passirt hat. Wenn man berücksichtigt, dass der Sauerstoff aus dem Blute beinahe ebenso rasch wieder verschwindet, als er davon aufgenommen wird, so erscheint es sehr fraglich, ob das Moment der Sättigung des Blutes mit Sauerstoff, irgend welche praktische Bedeutung, wenigstens unter normalen Lebensbedingungen beanspruchen kann. Anders aber verhält es sich mit der Sauerstoffspannung in der Lungenluft, oder, was dasselbe ist, dem Sauerstoffgehalte der Einathmungsluft; es ist klar, dass wenn derselbe so vermindert wird, dass der oben erwähnte Fall eintritt und sich Affinität der Blutkörperchen und Expansionsbestreben des Sauerstoffs das Gleichgewicht halten, von einer weiteren Sauerstoffabsorption nicht mehr wird die Rede sein können und daher die Respiration geradezu aufhören muss, aber auch eine bis über eine gewisse Grenze gehende Abnahme der Absorptionsgeschwindigkeit wird von nachtheiligen Folgen sein müssen, da unter diesen Voraussetzungen, der Bedarf des Körpers an Sauerstoff nur unvollkommen gedeckt würde.

Aus diesen Erwägungen ergiebt sich die praktisch bedeutsame Frage, welche Mengen von Sauerstoff in einer Atmosphäre enthalten sein müssen, damit das Leben ungestört erhalten werden könne. Hierüber haben W. Müller und Regnault u. Reiset in ihren Resultaten über-

einstimmende Beobachtungen gemacht. Dieselben haben im Wesentlichen ergeben, dass ein Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft von 14,8 Proc., also von ungefähr $^2/_3$ derjenigen Menge, welche die gewöhnliche atmosphärische Luft enthält, ohne wesentlichen Einfluss auf den Respirationsprocess ist; sinkt der Sauerstoffgehalt aber auf etwa 7 Proc., so macht sich durch das Eintreten tiefer Athemzüge eine Störung bemerklich; bei 4,5 Proc. Sauerstoff ging das Athmen nur sehr schwer von Statten und bei einem Gehalte von nur 3 Proc. erfolgte der Tod des Thieres ziemlich rasch (W. Müller). Regnault u. Reiset fanden, dass ein unter 10 Proc. sinkender Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft, schon beschwerliches Athmen veranlasste, welches sich bei weiterer Abnahme des Sauerstoffs fortwährend steigerte, so dass bei 5 bis 4 Proc. die Thiere dem Tode nahe waren.

Welcher Sauerstoffgehalt der Luft zur Erhaltung des Lebens der Thiere als Minimum zu betrachten ist.

Da nun die Ausathmungsluft des Menschen, unter normalen Bedingungen immer noch zwischen 14 bis 18 Proc. Sauerstoff enthält, so kann man daraus schliessen, dass die Sauerstoffspannung im Lungenraum, zu allen Abschnitten der Athembewegung noch genügt, um dem Strom des Sauerstoffs in das Blut hinein, die nöthige Geschwindigkeit zu geben.

Sehr bemerkenswerth ist es auch, dass, wie W. Müller und Setschenow gefunden haben, in der Lungenluft und im arteriellen Blute solcher Hunde, die durch luftdichten Verschluss der Trachea erstickt waren, aller Sauerstoff bereits verschwunden ist. Es wird daher, unter bestimmten Lebensbedingungen nicht nur der, im Blute bereits vorhanden gewesene Sauerstoff sehr rasch aufgebraucht, sondern auch der noch im Lungenraum befindliche ebenso rasch hinübergenommen und auch noch sofort verwendet. Dasselbe lehren die Beobachtungen von Moreau, welcher fand, dass bei erstickenden Fischen, der Sauerstoff aus dem Gasgemenge der Schwimmblase (von *Perca fluviatilis*), welcher bei ungehinderter Respiration zwischen 19 und 25 Proc. beträgt, bis auf Null reducirt wird.

b. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption vom Blutstrom. Wenn sich die mittlere Geschwindigkeit des Blutstroms in Folge geänderter Herzthätigkeit steigert, so wird sich auch die Zahl der Blutkörperchen mehren, die in der Zeiteinheit durch die Lungen gehen. Treten aber mehr Blutkörperchen durch die Lunge, so vergrössert sich auch die Absorptionsfläche für den Sauerstoff. Im Allgemeinen wird also die Sauerstoffabsorption der Stromgeschwindigkeit proportional gehen. Dieser Satz wird aber im Besonderen mancherlei Einschränkungen erleiden; so mindern tiefe Inspirationen die Geschwindigkeit des Blutstroms in den Lungen; je tiefer aber die Inspiration, desto länger und enger werden die Lungencapillaren und um so mehr verkleinert sich der Durchmesser der flüssigen Plasmaschicht, welcher die Blutkörperchen von der Lungenluft trennt; wegen des geringeren Widerstandes, den unter solchen Bedingungen der Sauerstoff auf seinem Wege zu ihnen

Einfluss des Blutstroms.

findet, wird daher die Sauerstoffabsorption trotz der geminderten Geschwindigkeit des Blutstroms, durch tiefe Inspirationen gesteigert werden und letztere können, trotz einer niedrigen Sauerstoffspannung in der Lungenluft, den Strom dieses Gases zum Blute lebhaft machen. Hieraus erklärt sich der Nutzen der tiefen Einathmung in sauerstoffarmer Luft (Ludwig). — Endlich kommt noch zu bedenken, dass sich bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit des Blutstroms in der Aorta, das Verhältniss derselben in den einzelnen Verzweigungen dieser Arterie sehr verschieden gestalten kann.

Einfluss der chemischen Anziehung der Blutkörperchen.

c. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von der Stärke der chemischen Anziehung der Blutkörperchen. Dass Verschiedenheiten in der Stärke der chemischen Anziehung, welche die Blutkörperchen auf den Sauerstoff ausüben sich geltend machen können, kann theoretisch nicht bezweifelt werden und ebenso wenig, dass es Zustände derselben geben kann, wo sie den einmal aufgenommenen Sauerstoff fester binden. Erwiesen ist es, dass durch Kohlenoxydgas und Stickoxydgas das Vermögen der Blutkörperchen, Sauerstoff aufzunehmen, vollständig aufgehoben wird, indem diese Gase den im Blute chemisch gebundenen Sauerstoff geradezu verdrängen und die Blutkörperchen nun ein gleiches Volumen derselben aufnehmen, welches aber so fest gebunden wird, dass die Verbindung durch Sauerstoff nicht mehr aufgehoben werden kann (L. Meyer, Cl. Bérnard, F. Hoppe, L. Hermann). Der Grund dieser Erscheinung ist der, dass Sauerstoff, Kohlenoxyd und Stickoxyd sich zu gleichen und krystallographisch isomorphen Verbindungen mit Hämoglobin vereinigen, von welchen diejenigen mit den beiden letztgenannten Gasen, inniger zu sein scheinen, als die mit Sauerstoff, daher der Sauerstoff durch Kohlenoxyd und Stickoxyd wohl ausgetrieben wird, nicht aber Stickoxyd und Kohlenoxyd durch Sauerstoff. Vgl. S. 306. Aehnlich sollen mehrere Alkaloide: Morphin, Strychnin, Brucin und Alkohol, wirken (Harley). Die giftige Wirkung des Schwefelwasserstoffgases hebt die chemische Anziehung der Blutkörperchen für den Sauerstoff dadurch auf, dass dieses Gas auf das Oxyhämoglobin reducirend wirkt, diesem zuerst sämmtlichen Sauerstoff entzieht, wodurch sämmtlicher Sauerstoff aus dem Blute verschwindet, dann aber das sauerstofffreie Hämoglobin unter Fällung des Globulins zersetzt (Kaufmann u. Rosenthal).

Einfluss individueller Verhältnisse.

d. Abhängigkeit der Sauerstoffabsorption von körperlichen Zuständen im Allgemeinen. Es versteht sich ohne Weiteres, dass allgemeine körperliche Zustände, wie Geschlecht, Alter, Verdauung, Ruhe und Bewegung die Sauerstoffabsorption beeinflussen müssen. Nach welcher Richtung diese Verhältnisse wirken müssen, ist aus allen die Energie des Respirationsactes betreffenden Angaben leicht ersichtlich, doch fehlt es vielfach an genauerer Feststellung des Wirkungswerthes dieser Einflüsse. Nach den umfassenden, sich freilich nur auf Thiere beziehenden

Beobachtungen von Regnault u. Reiset wird bei Thieren derselben Species, für die Gewichtseinheit Thier von jungen Thieren mehr Sauerstoff verzehrt, als von erwachsenen, von mageren mehr als von fetten, von kleineren Vögeln mehr als von grösseren.

Auf den von Pettenkofer und Voit jüngst nachgewiesenen Gegensatz in der Sauerstoffabsorption bei Tage und Nacht haben wir bereits weiter oben hingewiesen. Aus den Versuchen der genannten Forscher ergiebt sich aber ausserdem, dass die Sauerstoffaufnahme im Wachen und Schlafen, an Ruhe- und Arbeitstagen relativ viel regelmässiger vor sich geht, als die Bildung der Kohlensäure. Der Zustand der Ruhe und Arbeit, der so bedeutend auf die Kohlensäureausscheidung influirt, äussert seinen Einfluss auf die Sauerstoffabsorption nicht in gleichem Maasse. Der ruhende Versuchsmensch nahm von Morgens bis Abends 234 Grm. Sauerstoff auf, an einem Tage, wo er bis zu starker körperlicher Ermüdung arbeitete, nahm er in der gleichen Zeit 295 Grm. Sauerstoff, also nur um 43 Grm. mehr auf, als in der Ruhe. Pettenkofer und Voit schliessen daraus, dass es nicht das Bedürfniss nach Sauerstoff sein kann, welches uns bei körperlicher Anstrengung zu häufigerem und tieferem Athemholen zwingt, sondern das Bedürfniss, die mehr erzeugte Kohlensäure los zu werden.

Schwankungen in den ausgeschiedenen Wasserquantitäten unter physiologischen Bedingungen.

Die mit der Ausathmungsluft austretenden Wassermengen stammen keineswegs ausschliesslich aus dem Blute, sondern werden zum Theil schon mit der atmosphärischen Luft, die immer Wasserdampf enthält, eingeathmet. Eine genaue Ermittelung der für die, durch die Lungen vermittelten Wasserausscheidung geltenden Gesetzmässigkeiten, würde daher vor Allem verlangen, den auf den Wassergehalt der Atmosphäre entfallenden Werth zu eliminiren; dies ist aber in den angestellten Untersuchungen nicht geschehen und wo man es versuchte, ging man von einer, jedenfalls in ihrer Allgemeinheit unrichtigen Voraussetzung aus, nämlich der, dass die Ausathmungsluft immer mit Wasserdampf vollkommen gesättigt sei. Es lassen sich daher die vorhandenen Beobachtungen nur in beschränkter Weise und insofern verwerthen, als sie mit den theoretischen Voraussetzungen nicht im Widerspruche stehen. Die Momente, von welchen die Werthe, der innerhalb der Zeiteinheit ausgeschiedenen Wassermengen abhängig sein müssen, sind aber folgende:

Einfluss der Lufttemperatur.

1) Temperatur der Atmosphäre. Aus seinen Versuchen zieht Vierordt den Schluss, dass bei niederer Lufttemperatur, die exspirirten Luftvolumina bedeutend zunehmen und daher auch die unter diesen Ver-

hältnissen ausgeathmeten Wassermengen grösser seien, als bei höherer Temperatur. Dieses Resultat sollte man auch von einem anderen Gesichtspunkte aus erwarten; da nämlich bei niederer Temperatur, im Winter etc., der absolute Wassergehalt der eingeathmeten Luft geringer ist, als bei höherer, so wird dieselbe, insofern sie in den Lungen auf die mittlere Temperatur des Körpers gebracht wird, dort mehr Wasser aufnehmen. Nach Valentin sollen dagegen in der Kälte gleichviel Athemzüge weniger Wasser ausführen, als in der Wärme.

Einfluss des Barometerstandes,

2) Barometerstand. Da die Verdunstung wesentlich von dem Drucke, welcher auf der verdunstenden Fläche lastet, abhängig ist, so wird, caeteris paribus bei niederem Barometerstande die Wasserverdunstung aus dem Blute sich steigern, bei höherem Barometerstande aber verzögert werden. Dieses Resultat kann aber durch andere gleichzeitig wirkende Einflüsse beeinträchtigt werden. So ist z. B. auf hohen Bergen die Geschwindigkeit der Wasserausscheidung gesteigert durch den niederen Luftdruck daselbst, aber sie wird jedenfalls verzögert durch die dort öfter vorhandene, relativ grössere Wassermenge der Atmosphäre.

des Wassergehaltes der Luft,

3) Wassergehalt der Atmosphäre. Je grösser der Wassergehalt der Atmosphäre bereits ist, desto weniger wird sie in den Lungen Wasser aufnehmen können. Dies bedarf keiner Erläuterung. Vollkommen mit Wasserdampf gesättigte warme Luft enthält aber viel mehr Wasser, als gesättigte kalte Luft; deshalb muss auch die Wasserausscheidung durch die Lungen in warmer gesättigter Luft weniger betragen, als in der Kälte, wo noch überdies grössere Luftvolumina ausgeathmet werden (Vierordt). Dies stimmt mit den unter 1) gegebenen Voraussetzungen.

der Temperatur der Ausathmungsluft,

4) Temperatur der ausgeathmeten Luft. In einer wärmeren Exspirationsluft muss mehr Wassergas enthalten sein, als in einer weniger warmen, da mit zunehmender Temperatur die Capacität der Luft für Wassergas bedeutend steigt. Da aber nach Valentin's Beobachtungen, bei sehr niederer Temperatur die Ausathmungsluft um mehrere Grade niederer temperirt ist, so wird dieser Umstand den sonst steigenden Einfluss niederer Lufttemperaturen mässigen müssen.

der Zeit, während welcher die Luft in den Lungen verweilt,

5) Zeit, während welcher die Luft in den Lungen verweilt. Je länger die Luft, welche eingeathmet wird, in den Lungen verweilt und je länger sie daher in Berührung mit den wasserverdunstenden Flächen ist, desto mehr wird sie, alles Uebrige gleichgesetzt, Wasser aufnehmen und zwar aus doppeltem Grunde: einmal wegen der längeren Berührung und dann, weil sie um so vollständiger sich auf die Körpertemperatur erwärmt. Damit stehen die Versuche von Valentin über den Einfluss der Zahl der Athemzüge in der Zeiteinheit auf die Wasserverdunstung, im Einklange. Aus der nachfolgenden, aus seinen Versuchen construirten Tabelle geht hervor, dass das Gewicht des ausgeschiedenen Wassers abnimmt, wenn die Zahl der Athemzüge in der Minute über sechs steigt.

der Zahl der Athemzüge.

Zahl der Athemzüge in 1 Minute	In 1 Minute ausgeschiedenes Wasser in Grammes (Mittel)	Ausgeschiedenes Wasser für 1 Athemzug in Grammes (Mittel)	Zahl der Beobachtungen
5	0,287	0,057	6
6	0,297	0,049	30
12	0,246	0,021	30
24	0,261	0,010	30
36	0,197	0,005	3
40	0,205	0,005	2

Es wäre wünschenswerth, dass in obigen Versuchen auch die exspirirten Luftvolumina berücksichtigt wären, denn a priori sollte man erwarten, dass wenn auch die, durch raschere Athemfolge in der Zeiteinheit ausgeschiedenen Wassermengen geringer sind, sie doch in einem bestimmten Verhältnisse zu dem exspirirten Luftvolum stehen müssten, denn:

Einfluss der exspirirten Luftvolumina.

6) Alles Uebrige gleichgesetzt, muss, je mehr Luft ausgeathmet wird, desto mehr Wasser exspirirt werden.

7) Die Wasserabgabe durch Haut und Lunge ist sehr gesteigert bei körperlicher Arbeit, scheint sich aber ziemlich gleichheitlich auf beide Tageshälften zu vertheilen. Nach körperlicher Arbeit wird daher auch in der darauf folgenden Nacht mehr transspirirt, als nach einem ruhig verlebten Tage (Pettenkofer und Voit).

Respiration in Krankheiten.

Die Respirationsverhältnisse bei pathologischen Zuständen sind noch nicht genauer gekannt. Die von Scharling, Hannover, Malcolm, Hervier, Doyère u. A. ausgeführten Versuche haben im Allgemeinen, eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung in Krankheiten ergeben, aber sonst wenig sichere Ergebnisse geliefert.

Versuche von Pettenkofer und Voit ergaben, dass bei einem Diabetiker und einem an Leukämie Leidenden, der Antagonismus in der Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffabsorption bei Tag und Nacht sich in viel geringerem Grade geltend macht, wie bei Gesunden.

Respiration bei Thieren.

Die Respirationsverhältnisse bei Thieren sind im Allgemeinen, denen des Menschen entsprechend, übrigens beziehen sich viele der über die Respiration gemachten Angaben auf Versuche an Thieren.

Innere Respiration.

Die Verhältnisse der inneren Respiration sind noch unaufgeklärt; dass aber der Gaswechsel zwischen Geweben und Blut von ähnlichen Bedingungen abhängig sein müsse, wie jener zwischen Blut und Atmosphäre, geht aus dem parallelen Gange beider und ihrer in der Natur der Sache liegenden gegenseitigen Abhängigkeit hervor.

B. Hautathmung und Gesammtgaswechsel.

Hautathmung und Gesammtgaswechsel.

Die Verhältnisse der Hautathmung, d. h. des durch die Oberhaut des Thierkörpers vermittelten Gaswechsels, waren wiederholt Gegenstand der Untersuchung, doch sind sie demungeachtet keineswegs so aufgeklärt, wie es zu wünschen wäre. Sicher ist, dass durch die Haut Wasserdunst und Kohlensäuregas ausgeschieden werden und mindestens wahrscheinlich, dass auch Sauerstoff durch die Haut absorbirt wird. Regnault u. Reiset schlossen ganze Thiere, den Kopf ausgenommen, in einen luftdichten Sack ein und leiteten durch denselben einen Luftstrom. Nach einem gewissen Zeitraume wurde die Luft, in welcher die Perspiration stattgefunden hatte, analysirt und dabei gefunden, dass wenn man annahm, dass der Stickstoff durch das Hautathmen keine Veränderung erlitten habe, aus der Luft gerade so viel Sauerstoff verschwunden war, als der in derselben enthaltenen Kohlensäure entsprach. Bei, von Gerlach angestellten Versuchen fand derselbe den Sauerstoff der Luft, in welcher das Thier perspirirte, in seinem Verhältniss zum Stickstoff so beträchtlich vermindert, dass eine ganz ausserordentliche Stickstoffausscheidung durch die Haut hätte erfolgt sein müssen, wenn sich hieraus das veränderte Sauerstoffverhältniss hätte erklären sollen. Gerlach's Resultate weichen aber darin von denen Regnault's u. Reiset's ab, dass er das Volumen des aufgenommenen Sauerstoffs viel geringer fand, als das der ausgeschiedenen Kohlensäure.

Die in der Zeiteinheit, z. B. einer Stunde, von der Haut gelieferte Kohlensäuremenge fanden Regnault u. Reiset bei Thieren im Vergleiche zu der, während derselben Zeit aus der Lunge ausgehauchten gering. Die Versuche von Scharling an Menschen stimmen in ihren Resultaten, so ziemlich mit denen von Regnault u. Reiset überein, wie nachstehende Tabellen ergeben.

In der Zeiteinheit durch die Haut ausgeschiedene Kohlensäuremengen, a. bei Thieren,

Regnault und Reiset

Thier	Körpergewicht	Versuchsdauer in Stunden	Kohlensäure in Grammes: durch die Haut in 1 Stunde	Kohlensäure in Grammes: durch die Lunge in 1 Stunde	Verhältniss beider, die Kohlensäure der Lungenathmung = 1 gesetzt
Huhn	1940	8h 40″	0,336	18,62	0,018
		7h 30″	0,076	16,13	0,0047
		8h 45‴	0,164	18,70	0,0087
Kaninchen . . .	2425	8h 25	0,358	20,63	0,0173
		7h 75	0,197	19,38	0,0102
Hund	4159	7h 83	0,136	39,15	0,0035
		8h 50	0,176	42,50	0,0041

Die procentische Zusammensetzung der durch die Hautperspiration veränderten Luft fanden Regnault u. Reiset wie folgt:

Thier	Versuchsdauer	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Huhn	8 Stunden	0,27	20,76	78,79
Kaninchen . .	8 Stunden	0,36	20,55	70,09
Hund	8h 10″	0,29	20,67	79,04

Für den Menschen kam Scharling zu nachstehenden Zahlen:

b. beim Menschen.

Scharling.				
Thier	Alter	Körpergewicht in Kilogrammes	Kohlensäure in Grammes durch Haut und Lunge in 1 Stunde	Kohlensäure in Grammes durch die Haut in 1 Stunde
Knabe	9¾ Jahre	22,0	20,338	0,181
Jüngling . . .	16 Jahre	57,75	34,280	0,181
Mann	28 Jahre	82,0	36,623	0,373
Mädchen . . .	10 Jahre	23,0	19,162	0,124
Frau	19 Jahre	?	?	0,272

Die durch die Haut, in der Zeiteinheit abgegebenen Wassermengen gestalten sich jedenfalls sehr bedeutend, doch sind darüber keine besonderen Bestimmungen vorhanden. Man hat vielmehr nur den Gesammtwasserverlust inclusive des tropfbarflüssigen Wassers, d. h. des Schweisses, bestimmt. Das Gesammtgewicht des täglichen Stoffverlustes durch die Hautausdünstung wird auf 500 bis 800 Grm. veranschlagt; dass davon die grösste Menge auf das Wasser trifft, bedarf nach obigen Tabellen keiner weiteren Erläuterung.

Versuche über die Schwankungen in den ausgeschiedenen Kohlensäuremengen, unter verschiedenen physiologischen Bedingungen, fehlen fast durchaus. Nach Gerlach soll sich die Kohlensäureausscheidung durch die Haut steigern mit der Muskelanstrengung und der steigenden Temperatur der Atmosphäre.

Die Wasserausscheidung durch die Haut befindet sich, zu jener durch die Lungen insofern in einem Gegensatze, als der Wasserverlust beim Hautathmen um so bedeutender sein wird, je grösser die Capacität der umgebenden Luft für Wasserdampf ist und je entfernter diese Luft von ihrem Sättigungspunkte steht. Beide Zustände aber finden sich erfah-

rungsgemäss zur Mittagszeit und im hohen Sommer vereinigt. Im Uebrigen aber wird die Wasserausscheidung durch die Haut von ähnlichen Bedingungen abhängig sein, wie die durch die Lungen.

Gesammt-gaswechsel.

Ueber den Gesammtgaswechsel bei Thieren sind von Regnault u. Reiset sowie von Pettenkofer u. Voit höchst wichtige und umfassende Untersuchungen ausgeführt, von welchen namentlich die letzteren wegen des dabei zuerst zur Anwendung gekommenen, von Pettenkofer construirten grossartigen und allen Anforderungen entsprechenden Respirationsapparates besonders hervorgehoben werden müssen. Sofern sich die, durch beide Untersuchungsreihen erlangten Resultate auf die Respiration selbst beziehen, haben wir sie bei der vorhergehenden Darstellung bereits benutzt; insofern sie auf die Ernährung bezüglich sind, werden wir sie unter diesem Abschnitte benutzen und dabei auch eine Beschreibung und Abbildung des Pettenkofer'schen Respirationsapparates geben.

Bezüglich der zahlreichen Methoden, die bei den Untersuchungen über Respiration im engeren Sinne in Anwendung gekommen sind, verweisen wir auf die Lehrbücher der Physiologie, namentlich jene von C. Ludwig u. Valentin.

Literatur.

Literatur zur Respiration. Lavoisier et Seguin: Mém. de l'Acad. de Paris 1790. — H. Davy: Researches chemical and philos. chiefly concerning nitrous oxyde and its respiration. London. — Allen and Pepys: Philos. Transact. 1808 u. 1809. Schweigger's Journ. V, 182. — Prout: Schweigger's Journ. XV, 60. — Scharling: Annal. d. Chemie u. Pharm. XLV, 214, ibidem LVII, 1. — Andral et Gavarret: Recherches sur la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon. Paris 1843. — Valentin u. Brunner: Arch. f. physiol. Heilkunde II, 273. — Vierordt: Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845. — Hannover: De quantitate acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Havniae 1845. — Letellier: Compt. rend. XX, 794. — Zimmermann: Commentat. inaugur. de respiratione nitrogenii oxydulat. Marburgi 1844. — v. Erlach: Versuche über die Perspiration einiger mit Lungen athmender Wirbelthiere. Bern 1846. — Regnault u. Reiset: Recherches chimiques sur la respiration des animaux de diverses classes. Paris 1849. Annal. d. Chem. u. Pharm. LXXIII, 92, 129 bis 257. — Becher: Studien über die Respiration. Züricher Mittheilungen 1855. — W. Müller: Beiträge zur Theorie der Respiration: Wiener akad. Sitzungsber. XXXIII. Bd. 99. — E. Smith: Proceedings of the royal society. IX, p. 611 Lancet: 1859. I. Edinb. med. journ. 1859. 614; philos. transact. 1859. 681; 715. — C. Ludwig: Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, 462; Valentin: Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. Bd. I, 534; Lehmann: Lehrbuch der physiol. Chemie. 2te Aufl. Bd. III, 284. — Derselbe: Zoochemie. 621. — Schöffer: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLI, 519. — Setschenow: ebendas. XXXVI, 293. — Heidenhain u. L. Meyer: über das Verhalten der Kohlensäure gegen Lösungen von phosphorsaurem Natron. Stud. d. phys. Inst. zu Breslau. II, 103. — W. Preyer: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLIX, 1863; Zeitschr. f. rat. Med. XXI, 197. — Derselbe: Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1866. S. 321. — Holmgren: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLVIII. Dec. 1862. — Pflüger: Die Kohlensäure des Blutes. Bonn 1864. — Gréhant: Compt. rend. 1862. II, p. 278. — Derselbe: Journ. de l'anatomie et de la physiol. I, p. 523. — J. Sachs: Arch. f. Anat. u. Physiol.

1863. p. 345. — Estor et Saintpierre: Journ. de l'anat. et de la physiol. II, p. 302. — Pettenkofer u. Voit: Annal. d. Chem. u. Phys. II. Suppl. 1862. 52, 247. — Pettenkofer: Annal. d. Chem. u. Pharm. II. Suppl. 1862. S. 1. — Derselbe: Artikel Ventilation im Handwörterb. d. rein. u. angew. Chemie. Bd. IX, S. 140 u. ff. — Pettenkofer und Voit: Sitzungsber. d. Münch. Akad. Sitzung vom 10. Nov. 1866. — v. Vivenot jun.: Arch. f. path. Anat. XXXIII, S. 126. — Derselbe: Med. Jahrb. d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1865. S. 205. — J. Lange: Ueber comprimirte Luft u. s. w. Göttingen 1864. — Perrin: Compt. rend. 1864. II, p. 257. — J. Ranke: Arch f. Anat. u. Phys. 1862. S. 311. — Derselbe: Tetanus. Leipzig 1865. — Sczelkow: Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLV, S. 171; Zeitschr. f. rat. Med. XVII, p. 106. — C. Ludwig: Zusammenstellung über die Untersuchungen der Blutgase. Wien. med. Jahrb., Jahrg. XXI, S. 145. — Demarquay et Léconte: Compt. rend. 1864. I, p. 196, 278 u. 463. — L. Hermann: Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. S. 521. — Derselbe: ebendas. 1865. S. 496. — Moreau: Compt. rend. 1863. II, p. 27 u. 816. — Kaufmann u. Rosenthal: Arch. f. Anat. u. Phys. 1865. S. 659. — Lossen: Zeitschr. f. Biologie. 1866. II, S. 244. — Kowalewsky: Sitzungsber. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Sitzung vom 30. Mai 1866.

Thierische Wärme.

Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Dem Gesetze der Erhaltung der Quantität der Materie, welches nachweist, dass alle stofflichen Veränderungen der wägbaren Materie immer nur auf veränderter Gruppirung der Moleküle beruhen und die Elemente der im Bereiche der Erde befindlichen zusammengesetzten Atome weder vernichtet noch neu erzeugt werden können, steht das Gesetz der Erhaltung der Kraft zur Seite. Dieses wichtige und erst in neuerer Zeit wissenschaftlich genauer begründete Gesetz lehrt, dass auch Kräfte weder vernichtet, noch spontan, d. h. aus Nichts, neu erzeugt werden können, dass vielmehr das scheinbare Verschwinden derselben nichts weiter, als eine Umsetzung in andere ist.

Wenn in irgend einer Maschine durch Reibung oder Stoss eine Bewegung verloren geht, wenn also ein Theil der Kraft: die Geschwindigkeit, scheinbar verschwindet, so entsteht Wärme und zwar eine der verlorenen Geschwindigkeit entsprechende Wärmemenge und wenn wir umgekehrt durch Wärme eine Maschine in Bewegung setzen, so verschwindet mit der gewonnenen mechanischen Bewegung, eine entsprechende Wärmemenge. Mechanische Bewegung kann in Wärme und Wärme in mechanische Bewegung umgesetzt werden (mechanisches Aequivalent der Wärme). Hieraus ergiebt sich aber, dass die Wärme kein Stoff, sondern selbst nur eine besondere Art von Bewegung sein kann, denn es berechtigt uns nichts, anzunehmen, dass durch den Verlust eines Stoffes Bewegung, oder dass durch den Verlust einer Bewegung ein Stoff entstehen könne.

Anwendung dieses Gesetzes auf die Quellen der Wärme überhaupt und der thierischen Wärme insbesondere.

Wenn aber die Wärme eine Bewegung ist, so kann sie nach dem Principe der Erhaltung der Kraft nur dann entstehen, wenn ein wägbarer oder unwägbarer Körper seine Geschwindigkeit einbüsst, oder wenn Kräfte als solche verschwinden, welche, obwohl sie selbst keine Bewegung sind oder wenigstens nicht zu sein scheinen, dennoch eine

ruhende Masse in Bewegung versetzen können (**Spannkräfte**). Derartige Kräfte sind aber ein Attribut der verbrennlichen chemischen Verbindungen, denn durch ihre Verbrennung, ihre Oxydation, werden sie entweder befähigt, wägbare Massen zu bewegen, oder sich und ihre Umgebung zu erwärmen: die Oxydation, die Verbrennung und Affinitätswirkungen überhaupt sind eine Wärmequelle, aber nicht etwa in dem Sinne, dass dadurch Wärme primitiv geschaffen würde, sondern deshalb, weil dadurch Spannkräfte verschwinden und in Wärme und mechanische Arbeit umg setzt werden.

Diese Gesetze enthalten den Schlüssel zur Erklärung des Ursprunges der thierischen Wärme.

Eigenwärme des Thierkörpers;

Der lebende Thierkörper besitzt eine, innerhalb ziemlich enger Grenzen schwankende, von der der Umgebung unabhängige Temperatur in allen Theilen, in welche arterielles Blut und durch dieses der in der Respiration aufgenommene Sauerstoff gelangen kann. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur. Die mittlere Temperatur des menschlichen Körpers beträgt beim Erwachsenen 37 bis 38°C., beim Kinde etwa 39°C.; die Eigenwärme der Vögel ist bedeutender als die des Menschen und der Säugethiere, jene der Amphibien und Fische bedeutend niedriger, aber immer höher als jene des umgebenden Mediums.

Innerhalb sehr enger Grenzen aber, bietet die Temperatur gewisse Schwankungen dar, die für die Deutung des Ursprunges der thierischen Wärme von grosser Bedeutung sind und auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

sie muss abhängig sein von im lebenden Körper selbst liegenden Ursachen.

Da die Temperatur des lebenden Thierkörpers, von jener seiner Umgebung unabhängig ist und sich nahezu gleich bleibt, gleichgültig ob das Thier in der gemässigten Zone, am Aequator oder an den Polen lebt und trotzdem, dass es in kalten Klimaten Wärme abgeben muss und zwar um so mehr, je kälter die Umgebung ist, — so muss sie von im Körper selbst vorhandenen Bedingungen abhängig sein; ihre Quelle muss im lebenden Körper selbst liegen. Nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft kann sie aber unmöglich dort primitiv erzeugt werden, sondern sie muss entweder die Folge einer in Wärme umgesetzten Bewegung, oder des Verschwindens von Spannkräften sein.

Sieht man sich nun nach den im lebendigen Leibe thätigen Kräften um, aus deren Umsetzung die thierische Wärme hervorgehen kann, so wird man ohne Weiteres dahin geführt, als eine mögliche Quelle derselben die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels zu betrachten. Wir haben bereits an anderem Orte ausführlich gezeigt, dass das Leben sich durch einen fortwährenden Stoffverbrauch charakterisirt, welcher im Ganzen als ein grossartiger Oxydationsprocess aufzufassen ist (vgl. S. 47), der durch den eingeathmeten und im Blute absorbirten Sauerstoff vermittelt wird. So lange das Leben währt, in jedem Zeitabschnitte desselben, findet diese Wechselwirkung zwischen den Bestandtheilen unseres

Leibes, den Elementen der zum Ersatze des Verlorenen aufgenommenen Nahrung und zwischen dem aufgenommenen Sauerstoff statt. Leben und damit Kraftentwickelung, verlangt chemische Umsetzungen; Affinitätswirkungen, insbesondere Oxydationsvorgänge aber erzeugen, wie längst bekannt, Wärme, sie sind eine Wärmequelle.

Die Quelle der thierischen Wärme sind die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels.

Obgleich dieser Satz eines besonderen Beweises nicht bedarf und obgleich bei näherer Ueberlegung, sich sofort einem Jeden die Ueberzeugung aufdrängen muss, dass die das Leben kennzeichnende langsame Verbrennung der organischen Materie, die Ueberführung complexer sauerstoffarmer Atomgruppen in sauerstoffreiche, eine bedeutende Verminderung des Spannkraftsvorrathes des Organismus, oder, was im gegebenen Falle dasselbe ist, eine bedeutende und constante, gleichzeitig aber auch eine gleichmässige Wärmeentwickelung zur Folge haben muss, so geht doch aus solchen Erwägungen keinenfalls noch hervor, dass die chemischen Vorgänge des Stoffwechsels, oder, wenn man will, der Stoffwechsel selbst, die **einzige** Wärmequelle des lebenden Thierkörpers seien.

Lavoisier, der ein glänzendes Beispiel dafür ist, wie weit ein Genie seiner Zeit voraneilen kann, war der Erste, welcher die thierische Wärme als Folgeerscheinung des Stoffwechsels aufzufassen versuchte, aber, was bei dem damaligen Zustande der Kenntnisse der chemischen Vorgänge im Thierkörper, nicht wohl anders möglich war, er fasste den Vorgang zu enge auf, indem er als alleinigen Herd der Oxydation die Lungen und sonach die Respiration ansah.

Seither nun haben alle Fortschritte in der Erkenntniss der stofflichen Seite des Lebensprocesses nur dazu beigetragen, die Ueberzeugung, dass in der That die chemischen Vorgänge als einzige Wärmequelle des Thierkörpers anzusehen sind, mehr und mehr zu stützen. Dass es dabei bis in die neueste Zeit an Widerspruch nicht gefehlt hat, ist eine Erscheinung, die sich auf dem Gebiete aller wissenschaftlichen Fragen beständig wiederholt und die, so lange eine streng wissenschaftliche Lösung derselben noch fehlt, nicht nur allein nicht vom Uebel, sondern vielmehr insofern von grossem Vortheil ist, als sie fortwährende Anregung zur Aufsuchung neuer Beweise und zur Schärfung der Geister giebt. Gerade im vorliegenden Falle hat der Widerspruch das wichtige Resultat erzielt, dass alle geführten Discussionen, alle physiologischen Beobachtungen nur dazu gedient haben, darzuthun, dass keine andere Quelle für die thierische Wärme aufgefunden werden kann, natürlich vorausgesetzt, dass man dabei von einem exact wissenschaftlichen Standpunkte ausgeht und nicht etwa, an die Stelle von Thatsachen und Inductionsbeweisen Phrasen und luftige Hypothesen setzen will. Da sich mechanische Bewegung in Wärme umsetzen kann, so liegt es nahe, zu versuchen, die thierische Wärme von der mechanischen Arbeit abzuleiten, welche der Thierkörper leistet. Allein bei näherer Untersuchung zeigt es sich sofort, dass dieser Versuch einfach auf dieselbe Wärmequelle

Es kann eine andere Quelle dafür nicht aufgefunden werden.

zurückführt. Alle in dem lebendigen Leibe vorgehenden mechanischen Wirkungen, wodurch die Bewegung der Organe und der Glieder vermittelt wird, die willkürlichen Muskelbewegungen, die durch Nerveneinfluss vermittelten Bewegungserscheinungen, die durch Muskelbewegung hervorgerufene Reibung, die Bewegung der thierischen Flüssigkeiten in den Gefässen und ihre Reibung an den Wänden der letzteren, sind begleitet und abhängig vom Stoffwechsel. Alle diese Apparate schöpfen ihre Befähigung zur Erzeugung von lebendiger Kraft aus derselben Quelle wie die Wärme und in dem Maasse, in welchem sie mechanische Bewegungserscheinungen hervorbringen, muss die Befähigung der Materie zur Bildung freier Wärme abnehmen. Bei heftigen Muskelanstrengungen, die eine äussere Arbeit hervorbringen, muss die Wärmeabgabe daher verhältnissmässig kleiner, d. h. ein kleinerer Bruchtheil der als chemische Spannkraft aufgenommenen Kraft werden. Der Widerspruch dieses Satzes mit der täglichen Erfahrung, dass die thierische Wärme nach Muskelanstrengungen steigt, ist nur ein scheinbarer, denn es steigt damit auch der Verbrauch an Brennmaterial, d. h. an Nahrungsmitteln, mit anderen Worten, es macht sich dabei das Bedürfniss geltend, den Wärmeverlust durch eine gesteigerte Production derselben zu decken. Muskelbewegungen, welche durch die eingeleitete Reibung Wärme erzeugen, können ferner nur entstehen durch eine Aufwendung derjenigen Kräfte, welche als Spannkräfte in den sich chemisch umsetzenden Atomgruppen enthalten waren, es entsteht demnach auch die Reibungswärme nur auf einem Umwege aus der latenten Wärme des Materials des Stoffwechsels, indem die letztere sich zuerst in eine Bewegung des Muskels und diese wieder in eine solche des Blutes, der Gelenke u. s. w. umsetzte, welche durch die wärmeerzeugende Reibung zur Ruhe kam.

Zu keinem anderen Resultat würde der Versuch führen, die galvanischen Ströme, insofern sie im Thierkörper vorhanden sind, als Wärmeerzeuger zu betrachten, denn es fehlt uns jeder Anhaltspunkt dafür, diese Ströme selbst aus einer anderen als aus chemischer Quelle abzuleiten, dasselbe gilt von der Wärmeentwickelung des erregten Nerven u. s. f. Die Versuche, aus denen **Brodie** und **Chossat** folgern wollten, dass die thierische Wärme vom organischen Verbrennungsprocess unabhängig sei, genügen den Anforderungen wissenschaftlicher Kritik in keiner Weise, und wenn sie sagen, die thierische Wärme stehe lediglich unter dem Einflusse der Thätigkeit der Nervencentralorgane, oder jenem des Hirns auf Rückenmark und mittelbar auf die Geflechte des **Sympathicus**, so setzen sie einfach Worte an die Stelle von Begriffen, denn es ist klar, dass damit eine Erklärung der thierischen Wärme nicht gegeben ist.

Es stehen alle physiologischen Thatsachen damit im Einklange.

Nicht allein nach dem Principe der Ausschliessung kommt man aber zu dem Resultate, dass die Quelle der thierischen Wärme in den chemischen Vorgängen des Stoffwechsels gesucht werden müsse, sondern es entsprechen dieser theoretischen Voraussetzung auch alle bisher consta-

tirten physiologischen Thatsachen. Die thierische Wärme zeigt, wie bereits wiederholt erwähnt wurde, geringe Schwankungen, die etwa einen Grad beim gesunden erwachsenen Menschen betragen können, bei Thieren aber von noch grösserem Betrage sind. Von den Gründen dieser Schwankungen, die mannigfache und zum Theil rein physikalische sind, wollen wir hier nur diejenigen hervorheben, die mit der Frage des Ursprunges der thierischen Wärme in Zusammenhang stehen.

1) Die täglichen Schwankungen der Wärmeintensität eines und desselben Thieres gehen denen der Athemgrösse und Kohlensäureausscheidung, sowie auch der Harnstoffausscheidung parallel. In der Nacht nimmt die Kohlensäureausscheidung, zugleich aber auch die Wärme ab und erreichen beide hier ihren tiefsten Stand, nach der Hauptmahlzeit aber erreichen sie ihr Maximum; ähnlich verhält sich die Harnstoffausscheidung, nur dass bei dieser das Maximum ein paar Stunden später sich einstellt, als bei der Kohlensäureausscheidung.

2) Bei längerem Hungern, welches den Gaswechsel in den Lungen so beträchtlich herabsetzt, die Absorption des Sauerstoffs auf ein geringeres Maass herabdrückt und überhaupt ein stetiges Sinken der Energie des Stoffwechsels zur Folge hat, nimmt auch die Körperwärme ab.

3) Die Wärme steht in einem bestimmten Verhältnisse zur Menge des absorbirten Sauerstoffs. Nach den Versuchen von **Regnault** und **Reiset** absorbirt ein Kilogramm Kaninchen in 1 Stunde 0,914 Grm. Sauerstoff, ein Kilogramm Huhn aber 1,186 Grm. Sauerstoff. Die mittlere Körperwärme des Kaninchens beträgt aber 38° C., die des Huhns 43,9° C. Der höheren Temperatur des Huhns geht also ein lebhafterer Stoffwechsel parallel, da das höher temperirte Thier in der Zeiteinheit durch Abkühlung mehr Wärme verliert und folglich einen lebhafteren Stoffwechsel nöthig hat, um seine höhere Temperatur zu behaupten. Einen ähnlichen Zusammenhang der Intensität des Stoffwechsels und der Wärmebildung, mit der Grösse und der Lebensweise verschiedener Thierspecies haben durch zahlreiche Untersuchungen, **Bergmann** u. **Leuckart** nachgewiesen.

4) Mit der höheren Eigenwärme der Vögel gegenüber jener der Säugethiere, geht überall ein lebhafterer Gaswechsel und daher auch ein lebhafterer Stoffumsatz parallel.

5) Kinder und junge Thiere produciren auf die Einheit des Körpergewichts beinahe doppelt so viel Kohlensäure als Erwachsene, demgemäss ist auch ihre Eigenwärme eine höhere.

6) An allen Stellen des Körpers, in welche Blut gelangt, wird Wärme erzeugt, da überall der Sauerstoff in Berührung mit oxydablen Substanzen kommt; in den Capillaren des grossen Kreislaufs aber, welche die functionirenden Organe durchziehen, wird die wärmeerzeugende Thätigkeit eine lebhaftere sein, da der Sauerstoff des Blutes hier vorzugsweise, die durch die Function der Organe schon chemisch afficirten und zur Oxydation besonders disponirten Stoffe antrifft. Hiermit stimmt die

Erfahrung überein, da, wo die lebhaftesten chemischen Processe vor sich gehen, scheinen auch die Hauptherde der thierischen Wärme zu liegen.

So ist die Temperatur in den Speicheldrüsen zur Zeit ihrer Secretion eine höhere, das Blut der Vena cava ascendens, welches aus den grossen Unterleibsdrüsen, wo ein lebhafter Stoffwechsel stattfindet, kommt, ist immer noch wärmer als das der Arterien, trotzdem dass sich in jener Vene neben dem aus den Baucheingeweiden stammenden Blute, auch noch das aus den kälteren unteren Extremitäten zurückkehrende sammelt, u. s. f.

7) Das gesteigerte Nahrungsbedürfniss, bei in der kalten Zone lebenden Thieren und Menschen steht im Zusammenhange mit der Nothwendigkeit, den durch die stärkere Abkühlung erfolgenden Wärmeverlust durch eine gesteigerte Zufuhr zu decken. Mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt nämlich die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, es müssen daher die zur Verbindung mit diesem Sauerstoff nöthigen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff in einem proportionalen Verhältnisse zunehmen, es muss Brennmaterial herbeigeschafft werden. Abkühlung des Körpers bedingt sonach ein grösseres Maass von Speise, wir decken den Wärmeverlust durch Einleitung eines lebhafteren Stoffwechsels, oder, was dasselbe ist, wir erzeugen Wärme durch Stoffwechsel.

8) Durchschneidung des Rückenmarks (zwischen dem dritten und vierten Halswirbel) bei Thieren kann ein Herabsinken der Körperwärme um mehrere Grade zur Folge haben. Indem nämlich das Rückenmark die Centren der Respiration und Circulation in sich schliesst, wirkt es unmittelbar auf den organischen Chemismus und dadurch auch auf die thierische Wärme ein. Dieselbe Wirkung, wie die Durchschneidung des Rückenmarks, hat jene des Nervus sympathicus, während die des Nervus vagus auf die Körperwärme nicht influirt. Aehnlich wie Durchschneidung des Rückenmarks wirken Injectionen von Nicotin und Curare. Wird die erhöhte Wärmeausstrahlung, welche nach Durchschneidung des Rückenmarks in Folge der Blutstauung und des erhöhten Venendrucks eintritt, gehindert, so sinkt dennoch die innere Wärme des Thieres stetig, zum Beweise, dass die Temperaturerniedrigung nicht allein auf den stärkeren Wärmeverlust durch Ausstrahlung zurückzuführen, sondern vielmehr Folge der verminderten Wärmeproduction ist (Tscheschichin).

So gewichtig aber auch alle diese Gründe für die Wärmeerzeugung durch die chemischen Processe des Stoffwechsels sprechen und so wenig es möglich ist, sie auf eine andere Weise zu deuten, so geben sie doch keineswegs einen streng wissenschaftlichen Beweis dafür. Ein solcher würde erst dann auf dem Wege des Experiments und Calculs geliefert sein, wenn es gelänge, nachzuweisen, dass die in der Zeiteinheit producirte Wärmemenge mit derjenigen übereinstimmt, welche durch die in derselben Zeiteinheit stattgefundenen chemischen Umsetzungen theoretisch geliefert werden konnte, oder, was auf dasselbe hinausläuft, wenn bewiesen werden könnte, dass die bei den chemischen Processen im Organismus verlorene chemische Spannkraft genau dieselbe Kraftgrösse ist,

wie die gesammten Kraftausgaben des Organismus, oder die von ihm ausgegebene Wärme, vermehrt um die von ihm verrichtete Arbeit.

Versuche in dieser Richtung sind mehrfach angestellt und haben zu wichtigen Resultaten geführt, demungeachtet aber ist durch sie der Beweis noch keineswegs als vollkommen erbracht anzusehen. Der Grund ist einfach der, weil man dabei von Voraussetzungen ausging, welche nicht vollkommen zutreffend sind.

Versuche, die Richtigkeit der Theorie durch Experiment und Calcul zu beweisen.

Dulong u. Despretz, welche die umfassendsten Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt haben, verglichen die von einem Thiere in der Zeiteinheit gelieferte Wärmemenge mit derjenigen, welche aus der Verbindung des in derselben Zeiteinheit absorbirten Sauerstoffs mit dem Kohlen- und Wasserstoff der Gewebe zu Kohlensäure und Wasssr hervorgehen konnte. Sie gingen daher zunächst von der Voraussetzung aus, dass die gesammte von einem Thiere innerhalb einer gegebenen Zeit gelieferte Wärmemenge, das Product der Oxydation des Kohlenstoffs und Wasserstoffs sei und die Vergleichungsgrösse für die, von dem Thiere factisch gelieferte Wärmemenge suchten sie in der Summe der Wärmeeinheiten, welche durch die Verbrennung des freien Kohlenstoffs und des freien Wasserstoffs gebildet werden und die zuerst von Lavoisier, später von Favre u. Silbermann, sowie von Andrews bestimmt wurden. Unter Wärmeeinheit versteht man aber eine Zahl, welche diejenige relative Menge von Wärme ausdrückt, die erfordert wird, um ein Gramm, ein Pfund, oder auch wohl ein Kilogramm Wasser von 0^0 auf 1^0, oder auch wohl von 0^0 auf 100^0 zu erwärmen.

Voraussetzungen, von denen Dulong u. Despretz bei ihren Experimenten ausgingen.

Damit waren aber mehrere weitere hypothetische Voraussetzungen gegeben. Man setzte voraus, dass die in den organischen Verbindungen der Nahrung enthaltenen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome gerade so viel Wärmeeinheiten im thierischen Verbrennungsprocess ausgeben, als wären sie im freien Zustande verbrannt. Man nahm ferner an, dass alle gebildete Kohlensäure sich in der Ausathmungsluft wiederfinde und dass, da der absorbirte Sauerstoff endgültig nur zur Kohlensäure- und Wasserbildung verwendet werde, man den zur Wasserbildung verwendeten Theil des absorbirten Sauerstoffs finden müsse, wenn man den in der ausgeathmeten Kohlensäure enthaltenen Sauerstoff von dem ganzen verschwundenen Sauerstoff abziehe; man fügte endlich zu dieser Unterstellung noch den weiteren Zusatz, dass der Sauerstoff, welcher in den organischen Verbindungen des Thierkörpers und der Nahrungsmittel als Bestandtheil enthalten ist, so angesehen werden müsse, als habe er einen ihm entsprechenden Wasserstoffantheil der Verbindung bereits zu Wasser verbrannt; um ein Beispiel zu wählen, wenn man die bei der Verbrennung des Zuckers frei werdende Wärme berechnen wollte, so hätte man nur die Verbrennungswärme für den Kohlenstoff zu finden, da der Sauerstoff des Zuckers mit dem Wasserstoffe desselben geradeauf schon Wasser bildet, oder, allgemein ausgedrückt, um die latente Wärme einer Verbin-

dung zu berechnen, habe man eine ihrem Sauerstoffgehalt entsprechende Wasserstoffmenge abzuziehen. Endlich ergab sich als weitere Voraussetzung nach allem Diesen von selbst, dass die Zahl der Wärmeeinheiten, welche die Gewichtseinheit eines Atoms, oder einer Atomgruppe beim Uebergange aus einer niederen in eine höhere Oxydationsstufe entwickelt, gänzlich unabhängig sei von der Art und Zahl der Mittelstufen, welche zwischen den beiden Endgliedern gelegen sind. Diese Voraussetzung war absolut nothwendig, denn man konnte auch zur Zeit der Versuche von Dulong u. Despretz unmöglich annehmen, dass die unmittelbaren Producte der thierischen Verbrennung Kohlensäure und Wasser seien. Aber 1 Gramme Stearinsäure z. B. gebe, wenn sie durch Sauerstoff endgültig zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, immer dieselbe Wärmemenge, gleichgültig, ob die Verbrennung in einem Acte, oder in der Art geschieht, dass sich noch mancherlei Zwischenproducte, niedere Glieder der Fettsäurereihe u. s. w. einschieben, bevor die Endproducte: Kohlensäure und Wasser, gebildet sind.

Verfahren von Dulong u. Despretz.

Mit Zugrundelegung dieser Voraussetzungen bestanden die Versuche von Dulong u. Despretz im Wesentlichen darin, dass man ein Thier in einen Calorimeter brachte und maass, welche Wärmemenge es darin in einer gegebenen Zeit nach aussen abgab. Man verglich ferner die in diesem Zeitraume in der Exspirationsluft auftretende Kohlensäuremenge mit der, während derselben Zeit absorbirten Sauerstoffmenge und stellte nun nachstehende Berechnung an. Der Sauerstoff, der sich in der Kohlensäure nicht wiederfand, war zur Wasserbildung verwendet und daher durch Rechnung die Menge des gebildeten Wassers zu finden. War nun die in der Kohlensäure enthaltene Kohlenstoffmenge $= m$ und die im berechneten Wasser enthaltene Wasserstoffmenge $= n$, so berechnete man die Wärmemenge, welche bei der Verbrennung von m Gewichtstheilen freien Kohlenstoffs und von n Gewichtstheilen freien Wasserstoffs entwickelt werden, addirte diese beiden Grössen und verglich nun diese Summe mit der von dem Thiere innerhalb der gegebenen Zeit factisch entwickelten Wärmemenge. Das Resultat dieser Versuche war, dass die so berechnete Wärmemenge immer geringer ausfiel, als die wirklich gefundene. Für 100 Thle. wirklich abgegebene Wärme ergab sich als Mittel zahlreicher, von Dulong angestellter Versuche, 75,2 berechnete Wärmemenge, während sich in den von Despretz angestellten Beobachtungen, das Mittel der berechneten Wärmemenge auf 81,1 Proc. der direct gefundenen stellte.

Resultat der Versuche von Dulong u. Despretz.

Später ergab sich, dass die von Dulong bei den Berechnungen benutzten, von Lavoisier bestimmten Zahlen für die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs (7237,5 für den Kohlenstoff und 2217,0 für den Wasserstoff) zu niedrig waren und dass auch Despretz, der die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs mit demselben Calorimeter bestimmte, in welchem nachher die thierische Wärme gemessen wurde, zu niedrigeren Zahlen kam, als diejenigen sind, die mit-

telst exacterer Methoden später von Favre u. Silbermann, sowie von Andrews gefunden wurden (Despretz 7914,2 C u. 23640 H, — Favre u. Silbermann 8080 C und 34462 H, — Andrews 7900 C und 33808 H) allein wenn man auch die Dulong'schen Resultate mittelst der Favre-Silbermann'schen Zahlen umrechnet, was bei den Despretz'schen deshalb nicht zulässig ist, weil er bei der Bestimmung der Verbrennungswärme denselben Fehler machte, wie bei der Bestimmung der thierischen Wärme, so ist das Resultat doch wesentlich dasselbe; man erhält durch die nach Dulong-Despretz'schen Principien durchgeführte Berechnung nur etwa $^{19}/_{20}$ der wirklich gefundenen Wärme.

Dasselbe war die Folge von theilweise unrichtigen Voraussetzungen.

Dieses zur Zeit, als die Versuche veröffentlicht wurden, Vielen überraschende Resultat, kann bei dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr in Verwunderung setzen. Niemand wird darin einen Beweis sehen, dass die thierische Wärme nur zu $^{19}/_{20}$ von chemischen Vorgängen hervorgerufen wird, oder dass überhaupt nur ein Theil derselben auf diese Quelle zurückgeführt werden kann, ja wir dürfen sagen, dass wir heute in den von Dulong u. Despretz erhaltenen Zahlen, einen stärkeren Beweis für die Theorie erblicken müssen, als wenn das berechnete Resultat mit dem gefundenen völlig übereingestimmt hätte, denn dann wüsste man mit Bestimmtheit, dass das Resultat unmöglich ein richtiges sein konnte.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass auf dem von Dulong u. Despretz eingeschlagenen Wege, die Gesammtwärme nicht gefunden werden konnte, die aus chemischen Umsetzungen im Körper entwickelt wird, da einige der Voraussetzungen, auf denen sie fussten, entschieden unrichtig sind und zwar fast durchgängig nach einer Seite hin, die eine Unterschätzung der gelieferten Wärme zur Folge haben musste.

Wir bemerken aber sogleich, dass eine ihrer Annahmen, deren Zulässigkeit früher vielfach bestritten wurde, dieser Vorwurf gerade nicht trifft; es ist die, wonach die durch eine Verbrennung entwickelte Wärmemenge dieselbe bleibt, gleichgültig, ob derselbe Körper sofort zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, oder ob die Verbrennung in mehreren Phasen geschieht und dabei mannigfache Zwischenproducte geliefert werden.

Die Richtigkeit dieser Voraussetzung ist nicht nur allein auf empirischem Wege gefunden, sondern sie ist auch eine nothwendige Folgerung der mechanischen Wärmetheorie. Denn nach dieser Theorie ist die messbare Wärme nichts Anderes als die lebendige Kraft, welche durch den Unterschied an Spannkräften, im unverbrannten und verbrannten Körper frei werden kann. Dieser Unterschied ist aber natürlich nur abhängig von dem Zustande des in die Verbrennung eintretenden und des aus ihr hervortretenden Atomes oder Atomcomplexes, unabhängig dagegen von den Mittelgliedern. Es verhält sich hierbei Alles gerade so, wie mit der Arbeit, welche durch den freien Fall eines Körpers geliefert werden kann; dieselbe wird bekanntlich nur bestimmt durch die Fallhöhe, nicht

aber dadurch, ob der Körper auf einmal oder in Absätzen aus der gegebenen Höhe herunterfällt.

Kritische Betrachtung dieser Voraussetzungen.

Nicht so stichhaltig sind aber andere Voraussetzungen. Man sieht sogleich, dass Dulong u. Despretz ihr ganzes Verfahren, durch welches sie die vom Thiere gelieferte Gesammtwärme berechnen wollen, auf die Annahme begründen, dass dieselbe nur von der Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs durch den eingeathmeten Sauerstoff geliefert und dass sämmtliche Kohlensäure durch Lunge und Haut ausgeschieden werde etc.; aber wenn wir hier auch davon absehen wollen, dass letztere Annahme nicht mehr als völlig richtig angesehen werden kann, seitdem Planer nachwies, dass auch mit dem Harn diffundirbare Kohlensäure, wenn auch in geringer Menge austritt, — so ist doch diese Grundlage einfach durch den Umstand erschüttert, dass, wie Regnault u. Reiset, sowie Pettenkofer u. Voit wiederholt gefunden haben, die ausgeathmete Kohlensäure zuweilen mehr beträgt, als dem absorbirten Sauerstoff entspricht. Vgl. weiter unten.

Da nun Dulong u. Despretz das gebildete Wasser dadurch finden, dass sie denjenigen Theil des absorbirten Sauerstoffs, der nicht in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, an Wasserstoff treten lassen, so wird in einem solchen Falle die Berechnung in doppelter Weise im Stiche lassen.

Noch folgenreicher ist aber der Irrthum, der darin liegt, dass Dulong u. Despretz annehmen, die Albuminate und Albuminoide: Albumin, Fibrin, Collagen etc., trügen durch ihre Umsetzung im Lebensprocesse, zur Entwickelung der thierischen Wärme nur insofern bei, als sich von ihnen, in den Respirationsproducten auftretende Kohlensäure und Wasser abspaltet. Es kann nicht bezweifelt werden, dass ein erwachsenes Thier, welches vollständig ernährt wird, die ganze Masse der in seinen Nahrungsmitteln enthaltenen ternären: aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Stoffe, zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, allein die stickstoffhaltigen Nahrungs- und Körperbestandtheile erleiden nur zum Theil eine vollständige Verbrennung, zum anderen Theil werden sie in der Form weniger complicirter und sauerstoffreicherer, aber immer noch quaternärer Verbindungen, als Harnstoff, Harnsäure u. s. w. ausgeschieden. Es ist nun aber in keiner Weise begründet, anzunehmen, dass bei der Ueberführung der Albuminate in Harnstoff, eine Verbindung, welche als eine viel stabilere angesehen werden muss und in welcher die Elemente in viel innigerer Berührung gedacht werden müssen, als in Albumin oder Leim, nicht ein Spannkraftsverlust stattfinden sollte; vielmehr ist es wahrscheinlich, dass dieser Vorgang von einer Wärmeentwickelung begleitet sein wird, zu welcher nachher noch die Wärme kommt, welche beim Verbrennen des übrig bleibenden Kohlenstoffs und Wasserstoffs frei wird. Nur dieser letztere Antheil aber tritt in den Zahlen von Dulong u. Despretz als Summand auf. Diese Bedenken gewinnen an Gewicht, wenn man berücksichtigt, dass der Harnstoff als das Amid der Kohlensäure angesehen, also gewisser-

maassen als an Stickstoff gebundene Kohlensäure betrachtet werden muss, dass er das Radical der Kohlensäure enthält; er enthält also selbst schon verbrannten Kohlenstoff. Diese soeben angestellten Betrachtungen finden in den Experimenten von Dulong u. Despretz eine auffallende Bestätigung. Wenn man die Berechnung der thierischen Wärme, wie es Dulong u. Despretz gethan, nur auf diejenigen Verbrennungsproducte gründet, die im Respirationsprocess zum Vorschein kommen, so wird man von der Gesammtwärme den Theil zu gering anschlagen, der vom Umsatze der Albuminate herrührt. Ein fleischfressendes Thier führt nun verhältnissmässig mehr solcher Stoffe mit seinen Nahrungsmitteln ein, als ein Pflanzenfresser, man wird also bei einem Fleischfresser nach der Dulong'schen Berechnungsweise, die gesammte aus chemischen Processen abgeleitete Wärme um einen grösseren Bruchtheil unterschätzen, als bei einem Pflanzenfresser. Dies ergeben aber in der That die von Dulong u. Despretz erhaltenen Zahlen.

Ein weiterer gewichtiger Einwand gegen die angewandte Methode erwächst aus dem Umstande, dass dabei von der Voraussetzung ausgegangen wird, dass der Sauerstoff, welcher in den organischen Verbindungen als Bestandtheil bereits enthalten ist, so angesehen werden müsse, als habe er einen ihm entsprechenden Wasserstoffantheil bereits verbrannt, so dass also beim Zucker, ebenso aber auch bei anderen Kohlehydraten, nur der Kohlenstoff bei der Berechnung der Verbrennungswärme in Betracht käme. Dies muss aber schon a priori, ebensowohl vom chemichen als auch vom physikalischen Gesichtspunkte aus bezweifelt werden. Denn keine einzige chemische Thatsache berechtigt uns dazu, in Kohlehydraten, wie freilich ihr Name erwarten liesse, den Wasserstoff und Sauerstoff bereits zu Wasser vereinigt, oder, was dasselbe ist, verbrannt vorauszusetzen, noch viel weniger aber kann dies für jene Verbindungen gelten, die Sauerstoff und Wasserstoff nicht im Verhältniss des Wassers enthalten, denn dann wären alle diese Verbindungen einfach Hydrate, während doch nur in sehr seltenen Fällen und auf den bestimmten Grund ihres chemischen Verhaltens hin, eine derartige Molekularconstitution angenommen werden darf. Fassen wir zu weiterer Erläuterung dieser Verhältnisse zunächst ein Kohlehydrat ins Auge, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass in dem Molekül desselben Sauerstoff- und Wasserstoffatome einander noch nicht so nahe sind, wie in einem wirklichen Wassermolekül. Verhält es sich aber so, so muss bei der Verbrennung, durch die weitere Annäherung dieser in dem brennenden Moleküle schon enthaltenen Atome, indem sie nun wirklich zu Wasser zusammentreten, eine Verminderung der Spannkraftssumme und folglich Freiwerden von Wärme stattfinden, wenn auch nicht in demselben Befrage, wie wenn ein freies Wasserstoffatom mit einem freien Sauerstoffatom zu Wasser zusammentritt. In demselben Processe aber trennen sich nun die Kohlenstoffatome von den Wasserstoff- und Sauerstoffatomen, was der Theorie nach von einem Verschwinden von Wärme, d. h. von

einer Vermehrung der Spannkraftssumme begleitet sein muss; weiterhin aber kommen zu den Kohlenstoffatomen, Sauerstoffatome aus dem absorbirten Sauerstoff und treten damit zu Kohlensäure zusammen, was nun wahrscheinlich einer ebenso grossen Verminderung der Spannkraftssumme entspricht, wie wenn ebenso viel freie Kohlenstoffatome vollständig verbrannt wären. Die gesuchte Gesammtänderung der Spannkräfte bei der Verbrennung eines Kohlehydrats ist demnach die algebraische Summe von drei Summanden: zwei davon mit negativen Vorzeichen entsprechen einer Verminderung der Spannkraftssumme und hiervon ist die eine nur, nämlich die Verbrennungswärme einer gegebenen Anzahl von Kohlenstoffatomen, als bekannt anzusehen, während die andere: die bei dem wirklichen Zusammentreten des Wasserstoffs und Sauerstoffs frei werdende Wärme ihrem Werthe nach unbekannt ist, — der dritte Summand mit positivem Vorzeichen, einer Spannkraftsvermehrung bei der Trennung des Kohlenstoffs vom Wasserstoff und Sauerstoff entsprechend, ist ebenfalls unbekannt und nur wenn die entgegengesetzten Vorzeichen in ihrem Werthe sich gerade aufheben würden, würde das Gesammtresultat dasselbe sein, wie wenn wirklich nur der Kohlenstoff allein Wärme geliefert hätte. Dass aber dies in der Regel nicht der Fall ist, ergiebt sich aus folgender Betrachtung.

Bei der Verbrennung von 1 Gramm Traubenzucker müsste nach dem Dulong'schen Principe nur so viel Wärme frei werden, als sich bei der Verbrennung von seinem Kohlenstoffgehalt bildet, d. h. 2973 Wärmeeinheiten. Lässt man aber ein Gramme Traubenzucker gähren, so wird schon eine beträchtliche Wärmequantität frei, indem ein Theil seines Kohlenstoffs mit Sauerstoff zu Kohlensäure zusammentritt und es entstehen 0,455 Grm. Alkohol; diese aber nun für sich verbrannt, liefern nach Favre u. Silbermann allein schon 3268 Wärmeeinheiten. Diese letzteren müssen aber jedenfalls schon in dem Gramm Zucker vorhanden gewesen sein und es folgt daraus, dass bei Zucker das berechnete Resultat weit unter dem beobachteten bleiben muss.

Diese theoretischen Bedenken sind durch die Experimentaluntersuchungen von Favre u. Silbermann, sowie neuerdings ausführlicher durch jene von Berthelot, völlig gerechtfertigt. Diese haben ergeben, dass die Verbrennungswärme, welche einfache Atome oder Atomgruppen von einer und derselben chemischen Zusammensetzung liefern, von der Molekularconstitution abhängig ist. So geben die verschiedenen allotropischen Modificationen des Kohlenstoffs, so geben isomere und polymere Verbindungen, ganz ungleiche Wärmemengen bei ihrer Verbrennung und es kann die Summe der Wärmeeinheiten, welche bei der Verbrennung eines Atomcomplexes frei werden, nicht abgeleitet werden aus der bekannten Wärmemenge, welche die in dem Atomcomplexe enthaltenen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome für sich geben würden, wenn sie im freien Zustande verbrannt wären. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass die mit anderen schon verbundenen Atome weniger Wärme ausgeben, als die freien.

Es ist klar, dass hierdurch die oben gegebenen theoretischen Voraussetzungen ihre volle Bestätigung finden und dass es die erste Bedingung wäre, die bei der Verbrennung der, zum Aufbau des Thierkörpers verwendeten organischen Verbindungen frei werdenden Wärmeeinheiten direct zu bestimmen; dies ist aber nur für sehr wenige Stoffe von Favre u. Silbermann geschehen. Beispielsweise führen wir hier nur an, dass nach der Dulong'schen Hypothese 1 Grm. Stearinsäure 9905 Wärmeeinheiten geben müsste (als Wärmeeinheit hier wie in allen niedergelegten Angaben diejenige Wärmemenge betrachtet, welcher 1 Gramm Wasser zugeführt werden muss, um seine Temperatur von 0^0 auf $+ 1^0$ zu erhöhen), während sie nur 9716,5 Wärmeeinheiten wirklich liefert.

Nach diesen Erörterungen erscheint es nicht mehr überraschend, dass die von Dulong u. Despretz berechneten Werthe hinter den gefundenen zurückblieben, denn wenn es auch sicher ist, dass bei den im Organismus stattfindenden Umsetzungen auch Verhältnisse stattfinden, bei denen eine Vermehrung der Spannkraftssumme stattfindet, so dass nach dem Dulong'schen Verfahren der Berechnung, die factisch gelieferte Wärme überschätzt wurde, so sind doch jene Fehler der Methode von entschieden grösserem Betrage, welche die entwickelte Wärme zu gering anschlagen liessen und es musste daher das berechnete Resultat durchschnittlich zu geringe Werthe geben. Wir wollen dabei gar nicht in Anschlag bringen, dass auch bei der Vereinigung von Säuren mit Basen, bei der Bildung saurer und basischer Salze aus neutralen, Wärmeentwickelung stattfinden muss, die bei der Dulong'schen Methode ebenfalls nicht in Berechnung kommt.

Wir werden daher wohl dem berühmten Physiker Regnault beipflichten dürfen, der ebenfalls nicht bezweifelt, dass die thierische Wärme gänzlich durch die chemischen Vorgänge im Organismus hervorgerufen werde, wohl aber, ob es bei der verwickelten Natur der Erscheinungen und bei der Menge unbekannter Grössen je gelingen werde, dieselben dem exacten Calcul unterwerfen zu können.

Die weiteren Beziehungen der thierischen Wärme gehören in das Gebiet entweder der reinen Physiologie oder der physiologischen Physik.

Literatur zur Theorie der thierischen Wärme. Eine vollständige und übersichtliche Erörterung aller hierher gehörigen Fragen findet sich in: A. Fick: Die medicinische Physik. Braunschweig 1856. S. 162. — Vergl. ausserdem Gavarret: Physique médicale. Paris 1854. — Helmholtz: Artikel „Thierische Wärme" in der Berliner med. Encyclop., und G. Nasse in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. Bd. IV, S. 1. — C. Ludwig: Lehrb. der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, S. 732. — Von besonderen Quellen führen wir an: Lavoisier: Phys. chem. Schriften. 1785. Bd. III. — Legallois: Mémoire sur la chaleur des animaux. Annal. de chim. et de phys. 1817. T. IV. — Dulong: Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. T. I. 1841. — Despretz: Ebendas. T. XXVI, p. 337. — J. Liebig: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie. 1ste Aufl. Braunschweig 1842; 3te Aufl. 1846. — Derselbe: Chemische Briefe. 4te Aufl. 1859. 2ter Bd. S. 8. — Favre et Silbermann: Annal. de chim. et de phys. 3. Sér.

T. XXXIV u. XXXVI. — Andrews: Philos. Magaz. [3] Vol. XXXII, p. 321. 426. — Berthelot: Compt. rend. 1865. T. LX, p. 29. 485. 527. — F. Nasse: Verbrennung und Athmen. 1846. — Tscheschichin: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1866. S. 151.

Chemie der Ernährung.

Unter dieser Ueberschrift handeln wir ab: die chemischen Verhältnisse der Nahrungsmittel, ihrer Verdauung und Assimilation und die chemische Statik des Stoffwechsels, d. h. die Bilanz der Einnahmen und Ausgaben des thierischen Haushaltes. Es kann bei der Betrachtung dieser Functionen natürlich nur das Berücksichtigung finden, was direct oder indirect auf Affinitätswirkungen zurückführt, auch werden wir uns in der Schilderung des hierher Gehörigen mehrfach auf an anderen Orten Erörtertes beziehen können.

Nahrungsmittel.

Nahrungsmittel.

Das Leben ist Stoffverbrauch. Durch Haut und Lunge, durch Nieren und Darm treten fortwährend beträchtliche Mengen wägbarer Stoffe aus dem Körper, die, wenn das Leben erhalten werden soll, durch Zufuhr von aussen wieder ersetzt werden müssen. Dies geschieht durch die Nahrungsmittel.

Im weitesten Sinne verstehen wir unter Nahrungsmitteln solche Stoffe, welche, von aussen eingeführt, den Wiederersatz des Verlorenen leisten.

Der Körper aber verliert Wasser, er verliert Albuminate und Albuminoïde, er verliert Fette und er verliert endlich anorganische Salze. Wasser und anorganische Salze treten als solche wieder aus, die Albuminate aber werden in Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Harnsäure u. s. w. umgesetzt, die Fette grösstentheils zu ihren Endproducten verbrannt ausgeführt.

Es ist aber eine dem Thierorganismus zukommende und bereits an anderen Orten hervorgehobene Eigenthümlichkeit (S. 35, 36 und 38), dass ihm das Vermögen, einfachere Atomgruppen zu complexeren zu vereinigen, oder mit anderen Worten, sich die Bestandtheile seines Leibes synthetisch aus Elementen, oder einfachen Verbindungen zu construiren, abgeht. Das zum Ersatze des Verlorenen Bestimmte muss dem letzteren nicht allein gleichwerthig, sondern auch gleichartig sein, er muss in seiner Nahrung die Bestandtheile seines Leibes bereits fertig gebildet erhalten. Eine Ausnahme, aber auch nur bis zu einem gewissen Grade macht das Fett, insofern ein Theil aus Kohlehydraten und aus Albuminaten erzeugt werden kann.

Hieraus ergiebt sich von selbst, dass die vollständige Nahrung des Thieres wird enthalten müssen:

Albuminate, Fette oder Fettbildner (Kohlehydrate), die anorganischen Stoffe, die Bestandtheile des Thierkörpers sind und Wasser. Da der Körper auch fortwährend Albuminoïde verliert (Mucin, Collagen und Chondrigen, Keratin), so könnte es scheinen, dass auch diese dem Körper als solche zugeführt werden müssten, allein wir haben bereits an anderem Orte gezeigt, dass diese Stoffe selbst schon der regressiven Stoffmetamorphose insofern angehören, als sie im Organismus durch Austritt von Kohlenstoff, durch Oxydation aus den Albuminaten entstehen (S. 130 und 137).

Nothwendige Bestandtheile der vollständigen Nahrung.

Der Beweis aber, dass die weiter oben genannten Stoffe wirklich als solche in der Nahrung enthalten sein müssen, ist empirisch aufs Vollständigste erbracht durch die Erfahrung, dass Thiere verhungern, wenn ihnen eine Nahrung gereicht wird, welche diese Stoffe nicht enthält.

Ein Gehalt der Nahrung an diesen wesentlichen Bestandtheilen genügt aber in seiner Allgemeinheit noch keineswegs, um dieselbe für eine ihrem Zweck entsprechende zu erklären; vielmehr tritt noch als weitere Bedingung hinzu: die einzelnen Bestandtheile der Nahrung müssen darin in einer Form enthalten sein, in welcher sie von den verdauenden Säften, in Blutbestandtheile umgewandelt werden können. Näher erläutert, setzt diese Bedingung voraus, dass die Nahrungsstoffe durch die Verdauungssäfte gelöst, oder absorbirbar gemacht werden und namentlich nicht von unlöslichen oder undurchdringlichen Hüllen umgeben sein dürfen. Da endlich die Nahrungsmittel, mit Ausnahme der Salze, sich gegen die Nerven indifferent verhalten, so müssen sie nervenerregende (schmeckende, beissende, brennende etc.) Zusätze erfahren (Gewürze). Denn nur dadurch wird es möglich, die Verdauungssaftdrüsen, die unter dem Einfluss der Nerven absondern, zur Bildung einer genügenden Menge verdauender Säfte zu veranlassen.

Begriff der Verdaulichkeit.

Aus dem Gesagten folgt ohne Weiteres die Nothwendigkeit einer Unterscheidung, von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen. Unter Nahrungsmitteln wird man nur solche Stoffe verstehen können, welche Repräsentanten aller zum Ersatz des Verlorenen nöthigen Stoffgruppen enthalten, also Substanzen, die Albuminate, Fette oder Fettbildner, die anorganische Salze und Wasser enthalten. Albuminate, Fette oder Fettbildner für sich, anorganische Salze und Wasser für sich aber sind Nahrungsstoffe.

Unterscheidung von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen.

Die Wichtigkeit der Unterscheidung ergiebt sich daraus, weil das physiologische Experiment lehrt, dass keine einzige dieser Stoffgruppen für sich und auch nicht zwei oder drei derselben, das Leben zu erhalten vermögen. Für das Wasser, welches wir in einer doppelten Weise, als Getränk und als Bestandtheil der festen oder flüssigen Speisen zu uns nehmen, bedarf dies keines besonderen Beweises, aber auch Albuminate für sich vermögen das Leben nicht zu erhalten. Tiedemann und Gmelin fütterten eine Gans mit gekochtem Eiweiss. Das Thier, welches bei Beginn des Versuchs 8 Pfund und 1 Unze wog, starb am 46sten

Tage und hatte vor dem Tode nur noch ein Gewicht von $4^1/_4$ Pfund. Hunde, welchen gekochtes Eiweiss vorgesetzt wurde, verschmähten diesen Nahrungsstoff völlig, trotz des quälendsten Hungers, sie frassen aber Faserstoff; trotzdem aber, dass sie während einer langen Versuchsdauer, täglich 500 bis 1000 Grm. Faserstoff zu sich nahmen und verdauten, nahm ihr Gewicht doch constant ab, die Magerkeit wuchs von Tag zu Tag und endlich erfolgte der Tod unter den Erscheinungen der Inanition (Magendie als Berichterstatter einer Commission). Aehnliche Erfahrungen wurden mit Leim gemacht. Bei den Versuchen einer Pariser Commission frassen die Hunde den Leim entweder gar nicht, oder sie frassen ihn zwar, aber mit keinem anderen Erfolge, als dass sie unter den Erscheinungen des Hungertodes zu Grunde gingen.

Die Versuche, welche mit Kohlehydraten, mit Fetten, mit Albuminaten und anorganischen Salzen, mit Fetten, Kohlehydraten und anorganischen Salzen, mit Albuminaten, Fetten und Kohlehydraten, sonach in den verschiedensten Combinationen angestellt wurden, hatten alle den gleichen Erfolg, sie lieferten den Beweis, dass zur Erhaltung des Lebens eines Thieres, dasselbe in seiner Nahrung alle vier Gruppen von Nahrungsstoffen erhalten muss.

Unwesentliche Bestandtheile der Nahrungsmittel.

Andererseits aber besteht nicht Alles, was wir mit unseren Speisen und Getränken dem Magen zuführen, aus Nahrungsstoffen. So sind im Fleische elastische Fasern enthalten, welche an und für sich unverdaulich, auch nicht im chemischen Sinne unter den Begriff der Nahrungsstoffe fallen, ebenso wenig ist das Kreatin als ein solcher zu betrachten, die Aepfelsäure der Kartoffeln, der Sand des Brotes, die riechenden und schmeckenden Speisenbestandtheile, die Gewürze u. s. w. Alle diese Stoffe tragen, wenn sie auch, wie z. B. die Gewürze, gewisse andere Zwecke erfüllen, direct zum Ersatz des Verlorenen nichts bei und werden, insofern sie in den Verdauungsflüssigkeiten unlöslich sind, wie Sand, ältere Hüllen von Pflanzenzellstoff, elastische Fasern u. s. w., durch den Darm unverändert ausgeschieden, oder, falls sie auch durch Auflösung ins Blut gelangen, alsbald wieder verändert oder unverändert, durch die ausscheidenden Drüsen aus dem Körper entfernt.

Die Milch ist ein Beispiel eines vollkommenen Nahrungsmittels.

Wenn wir zunächst die Ernährungsverhältnisse des Menschen ins Auge fassen, so giebt es nur wenige Speisen, welche für sich alle vier Gruppen der Nahrungsstoffe, in einem zur vollständigen Ernährung genügenden Verhältnisse enthalten. Die Milch ist ein Beispiel eines durch die Natur unmittelbar gelieferten Nahrungsmittels, welches wenigstens qualitativ allen Anforderungen eines vollkommenen entspricht. Sie enthält ein Albuminat, Fett, ein Kohlehydrat und alle Blutsalze und zwar, wie wir später sehen werden, in Verhältnissen, die wenigstens unter gewissen Lebensbedingungen, den Verlust völlig zu decken vermögen. Im Allgemeinen ist aber der Mensch darauf angewiesen, seine Speisen so zu combiniren, dass der Mangel der einen an gewissen Nahrungsstoffen, durch den Zusatz einer anderen daran reicheren, ausgeglichen wird.

Die organischen Nahrungsstoffe zerfallen in zwei Hauptgruppen: in stickstoffhaltige und in stickstofffreie. Die erste Gruppe umfasst die Albuminate und ihre stickstoffhaltigen nächsten Abkömmlinge, die zweite die Kohlehydrate, die Fette und die in den vegetabilischen Nahrungsmitteln enthaltenen stickstofffreien organischen Säuren. Für den Aufbau des Körpers sind aber diese beiden Gruppen entschieden von ungleichem Werthe.

Eintheilung der Nahrungsstoffe in stickstoffhaltige und stickstofffreie.

Alle Gebilde des Thierkörpers, welche eine selbstständige Form besitzen und die Form anderer bedingen, bestehen aus stickstoffhaltigen Materien in überwiegender Menge; dasselbe gilt aber auch für das Blut und die übrigen Ernährungsflüssigkeiten, wofür in dem vorliegenden Werke genug Zahlenbelege gegeben sind. Die Fette, obgleich vielfach an der Gestaltung der Gewebe in sehr wesentlicher Weise betheiligt und für ihre Function unentbehrlich, zeigen nirgends eine selbstständige Form und treten in allen, zur Bewegung und Kraftäusserung dienenden Geweben an Menge sehr zurück. Wir müssen daher annehmen, dass der Schwerpunkt der Function der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe im Ernährungsprocesse, in ihrer Bedeutung für die Neubildung der Gewebe und Organe liegt, schon einfach deshalb, weil sie nach der chemischen Zusammensetzung dieser Gebilde, dazu in überwiegender Menge verwendet werden müssen. Damit steht aber keineswegs im Widerspruche, dass auch stickstofffreie Substanzen sich bei der Gewebsbildung betheiligen, ja dass diese letzteren zur Bildung der Muskelfaser, des Nervengewebes u. s. w. ebenso unentbehrlich sind, wie die stickstoffhaltige Substanz oder die anorganischen Stoffe.

Wir haben bereits in der Wärmelehre hervorgehoben, dass sich die stickstoffhaltigen Gewebsbestandtheile durch ihre Umsetzung für die Entwickelung der thierischen Wärme nur in untergeordneter Weise insofern betheiligen, als sie zum Theil noch in Form quaternärer Verbindungen und mit einem noch bedeutenden Spannkraftsvorrathe, aus dem Körper ausgeschieden werden und wenn auch ihre Bedeutung für die thierische Wärme im Allgemeinen unterschätzt wurde, sie doch jedenfalls nur einen geringeren Antheil an der Entwickelung der thierischen Wärme haben, als die ternären, d. h. stickstofffreien Stoffe; denn wir dürfen es nach zahlreichen und gewichtigen Erfahrungen als gewiss ansehen, dass diese bei ihrer Umsetzung, im Verlaufe des Stoffwechsels vollständig verbrannt, d. h. in Kohlensäure und Wasser umgesetzt werden und dadurch zur Wärmebildung in viel ausgiebiger Weise beitragen, als die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe. Mit anderen Worten: der Schwerpunkt ihrer Function im Ernährungsprocesse liegt in der Wärmeerzeugung.

Liebig drückte das Verhältniss beider Gruppen zur Ernährung, ihren ungleichen Werth für die verschiedenen Factoren der Function dadurch aus, dass er die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe als plastische oder blutbildende, die stickstofffreien dagegen als respiratorische oder Respirationsmittel bezeichnete.

Plastische Nahrungsstoffe und Respirationsmittel.

Beziehung der Nahrungsstoffe zu den Bewegungserscheinungen des Organismus.

Es liegt nahe, diese Betrachtung auch auf die Frage auszudehnen, in welchen Verhältnissen, die stickstoffhaltigen und die stickstofffreien Nahrungsstoffe zu den Bewegungserscheinungen des Organismus: zu der von ihm geleisteten Arbeit stehen.

Hier haben wir nun vor Allem die von den verschiedensten Seiten constatirte, ganz unzweifelhafte Thatsache ins Auge zu fassen, dass körperliche Arbeit, bei Menschen wie bei Thieren, eine an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen reichere Nahrung verlangt als der Ruhezustand, ja dass die Arbeitskraft von Menschen und Thieren in einem ganz bestimmten Verhältnisse zur Menge der, in der Nahrung aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe steht.

Nach den, auf die Aussagen Sachverständiger sich stützenden Angaben von Playfair bedarf ein englisches ruhendes, oder sich nur wenig bewegendes Pferd zu seiner vollständigen Ernährung etwa 12 Pfund Heu und 5 Pfund Bohnen; soll es aber stark arbeiten, so muss es 14 Pfund Heu, 12 Pfund Hafer und 2 Pfund Bohnen erhalten, wenn es nachhaltig bei Kräften bleiben soll. Reducirt man diese Nahrungsmengen, auf die darin enthaltenen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe, so erhalten wir nachstehende, das Gewicht der letzteren in Grammen ausdrückende Zahlen:

Ruhendes Pferd	827,8 Grm.
Arbeitendes Pferd	1593,3 „
Differenz für die Arbeit	765,5 Grm.

Ein arbeitendes Pferd bedarf daher zur vollständigen Ernährung nahezu das Doppelte an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen, wie ein ruhendes. Nach den, weiter unten näher zu erläuternden Angaben von Playfair bedürfen stark arbeitende Männer, an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen täglich im Mittel 155,92 Grm., aller körperlichen Arbeit sich enthaltende aber, zur Erhaltung ihres Lebens 56,7 Grm. Die Differenz für die Arbeit beträgt demnach hier:

Arbeitende Menschen	155,92 Grm.
Ruhende Menschen	56,70 „
Differenz für die Arbeit	99,22 Grm.

Das für die Menschenkraft erforderliche Plus von stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen verhält sich demnach zu dem Plus für die Pferdekraft

wie: 99,22 : 765,5

oder wie: 1 : 7,7

Nach den Bestimmungen von Morin und Rankin aber, ist das Verhältniss von Pferde- und Menschenkraft in Fusspfunden ausgedrückt:

$$\frac{\text{Pferdekraft (Morin)} \; . \; . \; . \; . \; 12{,}400{,}000}{\text{Menschenkraft (Rankin)} \; . \; . \; 1{,}500{,}000} = 8$$

Die Arbeitsleistung von Menschen und Pferden ist daher der Menge der von ihnen aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe gerade proportional. Vergleichen wir nun mit Playfair, von demselben Gesichtspunkte aus zwei Pflanzenfresser: das Pferd und den Ochsen.

Das Verhältniss der von Ochsen und Pferden geleisteten Arbeit ist nach den Bestimmungen von Morin und Muschek in Fusspfunden:

$$\frac{\text{Pferdekraft (Morin)} \;.\;.\;.\;.\; 12{,}400{,}000}{\text{Ochsenkraft (Muschek)} \;.\;.\;.\; 8{,}640{,}000} = 1{,}43$$

d. h. Ochsenkraft verhält sich zu Pferdekraft wie

1 : 1,43.

Ein arbeitendes Pferd bedarf an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen in seiner Nahrung täglich, wie aus obigen Angaben erhellt, 1593,3 Grm.; ein arbeitender Ochse nach den Erfahrungen englischer Farmer 1094,3 Grm.

$$\frac{\text{Stickstoffhaltige Nahrungsstoffe des Pferdes} \;.\;.\; 1593{,}3}{\text{„ \quad „ \quad „ Ochsen} \;.\;.\; 1094{,}3} = 1{,}45;$$

also auch hier wieder dasselbe Verhältniss.

Können wir auch diesen Zahlen einen streng mathematischen Werth nicht einräumen, so drücken sie doch, bewährten praktischen Erfahrungen entlehnt, das Verhältniss im Ganzen und Grossen richtig aus und lassen, wie uns scheinen will, keine andere Deutung zu wie die: dass die Bewegungserscheinungen, die mechanische Arbeitsleistung des thierischen Organismus von einem bestimmten Maasse der Zufuhr stickstoffhaltiger Nahrungsstoffe abhängig sind. Dafür sprechen überdies die vielfältigsten, aller Orten gemachten Erfahrungen von Landwirthen, Vieh- und Pferdezüchtern, Verpflegungsbeamten, Physiologen und Aerzten, die es alle wissen und danach handeln, dass starke körperliche Arbeit, mit einer an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen armen Nahrung unverträglich ist.

Die Frage, ob die stickstofffreien Nahrungsstoffe bei ihrer Verbrennung im Körper, zur Erzeugung von bewegender Kraft beitragen, lässt sich von vornherein weder bejahen noch verneinen. Da Wärme und Bewegung nur zwei verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Wesens sind und da wir die Bedingungen, unter welchen sich im Organismus Wärme in Bewegung umsetzt, überhaupt nicht kennen, so kann man zwar die Möglichkeit, dass die stickstofffreien Nahrungsstoffe bei den Bewegungserscheinungen betheiligt sind, nicht in Abrede stellen, allein so unzweideutige Thatsachen, wie die oben erörterten, für die Hauptrolle der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe geltend gemachten, stehen uns hier nicht zu Gebote.

Von der Erwägung ausgehend, wie es sehr unwahrscheinlich sei, dass im thierischen Haushalte eine Gruppe von Nahrungsstoffen nur zur Wärmeerzeugung, die andere ausschliesslich zur Schaffung von bewegender Kraft verwendet werden sollte, verglichen Fick und Wislicenus eine von ihnen geleistete messbare mechanische Arbeit (Besteigung des Faulhorns) mit dem mechanischen Aequivalente der Wärmemenge, welche durch die in derselben Zeit umgesetzten und durch den Stickstoffgehalt des Harns messbaren Albuminate geliefert werden konnte und kamen mittelst des angewendeten Calculs zu dem Resultate, dass die wirklich geleistete Arbeit, nur zum geringeren Theile durch die bei der Umsetzung der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile verfügbar gewor-

dene Kraft gedeckt erschien, demnach durch die Verbrennung anderer Stoffreihen (der Kohlehydrate und Fette) geliefert sein musste. Dabei ist aber zu bemerken, dass sich die Beobachter während 31 Stunden: während der Arbeitsleistung (7 Stunden), vor (17 Stunden) und nach derselben (7 Stunden), gewissermaassen im Hungerzustande befanden, indem sie nur Stärke, Fett und Zucker zu sich nahmen, so wie, dass sie den Stickstoffgehalt des Harns nach der Arbeitsleistung, nur in den unmittelbar darauf und in der darauf folgenden Nacht gelassenen Harnmengen bestimmten und damit abschlossen. Aber auch frühere Beobachter schon, namentlich Voit (vergl. S. 536) und jüngst wieder Pettenkofer und Voit, konnten nach körperlicher Arbeit eine Harnstoffvermehrung nicht nachweisen, so dass durch diese Ergebnisse die Theorie, der zu Folge die mechanische Arbeitsleistung des thierischen Organismus, vorzugsweise durch den Umsatz der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe vermittelt würde, eine ihrer Hauptstützen zu verlieren scheint. Die volle Beweiskraft des Versuchs von Fick und Wislicenus und des angewendeten Calculs aber selbst zugegeben, würde man aus dem Ergebniss wohl nur schliessen dürfen, dass die Bewegungserscheinungen nur zum Theil durch den Umsatz der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe vermittelt werden. Der Schluss, den aber die Genannten im Widerspruche mit ihrem Ausgangspunkte daraus ziehen: dass die Muskelleistung nur durch die Verbrennung der stickstofffreien Nahrungsstoffe bedingt werde, findet in dem Versuchsresultate keine genügende Berechtigung. Diesem Schlusse hätte mindestens ein Versuch vorhergehen müssen, die Thatsache der Abhängigkeit der Arbeitskraft von der Zufuhr an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen, entweder zu widerlegen oder in genügender Weise anders zu deuten, was aber nicht geschehen ist.

Wir sind überhaupt der Meinung, dass noch zahlreiche Vorfragen gestellt und beantwortet sein müssen, bevor wir daran denken können, die Hauptfrage: wodurch die Bewegungserscheinungen des thierischen Organismus hervorgerufen werden, mathematisch-physikalisch zu behandeln und zur endgültigen Lösung zu bringen; namentlich müssten wir über die wirkliche Verbrennungswärme der Albuminate mehr wissen, als es gegenwärtig der Fall ist.

Wir kommen nun zur Erörterung in physiologischer Beziehung sehr wichtiger Fragen. Die erste dieser Fragen ist: wovon ist das Nahrungsbedürfniss und die zweite: wovon ist der Ernährungswerth der Nahrungsmittel abhängig; dies führt aber sofort zur weiteren Frage, in welcher Menge die einzelnen Nahrungsstoffe zur vollständigen Ernährung erforderlich sind.

Momente, von welchen das Nahrungsbedürfniss abhängig ist.

Was die erste der aufgeworfenen Fragen anbetrifft, so ist das Nahrungsbedürfniss vor Allem abhängig von dem Betrage des zu deckenden Verlustes und zwar nicht nur allein an wägbaren Materien, sondern auch an Wärme.

Das Nahrungsbedürfniss steigt und fällt mit der Menge der in der

Form von Ausscheidungen den Körper verlassenden wägbaren Materien; denn je mehr der Körper an Stoffen verliert, desto mehr müssen ihm von aussen zugeführt werden, dies ist an und für sich klar. Aber die Menge der in der Zeiteinheit vom Körper ausgegebenen Stoffe richtet sich nach der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, demnach nach der respiratorischen Thätigkeit, nach der Schnelligkeit des Blutumlaufs und nach dem Maasse der körperlichen Bewegung oder, was dasselbe ist, des Kraftverbrauchs.

Je mehr Sauerstoff aufgenommen wird, desto mehr Kohlensäure und Wasser, desto mehr Harnstoff u. s. w. werden ausgegeben, desto energischer wird mit anderen Worten der Stoffwechsel. Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniss ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. Ein Kind, dessen Respiration eine lebhaftere ist, muss häufiger und verhältnissmässig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener; ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag, eine Schlange, die in einer Stunde unter einer Glasglocke athmend kaum so viel Sauerstoff verzehrt, dass die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung (Liebig).

Denselben Effect aber: einen gesteigerten Umsatz, hat die Schnelligkeit des Kreislaufs; eine solche nöthigt zu erhöhter respiratorischer Thätigkeit; wir haben bereits weiter oben S. 717 und 722 die Abhängigkeit der Respirationsthätigkeit von der Blutbewegung auseinandergesetzt und halten daher eine weitere Erläuterung dieses Satzes für unnöthig.

Auch körperliche Bewegung und Anstrengung bedingt Stoffverbrauch. Der Verbrauch an mechanischer Kraft durch den Körper ist immer gleich einem Verbrauch an Stoff, was nach der Erörterung der Quelle aller Bewegungserscheinungen im Organismus, der Quelle überhaupt aller Kraft, ohne Weiteres verständlich ist. Hieraus erklärt sich die Unverträglichkeit starker körperlicher Anstrengung mit Nahrungsmangel. Aber auch die Bewegung führt wieder auf den Respirationsprocess zurück, denn auch sie influirt in sehr bestimmender Weise auf die Energie der respiratorischen Functionen.

Das Nahrungsbedürfniss ist ferner abhängig von dem Wärmeverlust, welchen der Körper durch Abkühlung erleidet. Je grösser dieser Verlust ist, desto mehr muss Wärme neu erzeugt werden; die Quelle aber aller thierischen Wärme ist der Stoffwechsel, je mehr Stoffe umgesetzt werden, desto mehr Wärme wird erzeugt, je mehr aber der Umsatz beträgt, desto mehr muss durch Zufuhr von aussen gedeckt werden. Die Schnelligkeit der Abkühlung des Körpers wächst aber mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und jener des Mediums, worin er sich befindet. Je kälter daher die Luft, desto stärker ist die Abkühlung des Körpers, desto rascher muss der Wärmeverlust gedeckt werden; dies geschieht aber durch die Wechselwirkung der Körper- und Nahrungsbe-

standtheile mit dem eingeathmeten Sauerstoff. Hieraus erklärt es sich, dass das Nahrungsbedürfniss im Winter und in kälteren Klimaten ein grösseres ist, als im Sommer und in südlichen Gegenden. Hieraus erklärt sich, dass die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache es auch sei, ein grösseres Maass von Speise bedingt und dass Kälte und Mangel an Nahrung ebenso unverträglich sind, wie körperliche Anstrengung und Nahrungsmangel.

Ernährungswerth der Nahrungsmittel; wovon derselbe abhängig ist.

Der Ernährungswerth der Nahrungsmittel ist, wenn wir das individuelle Bedürfniss des Organismus und die Verdaulichkeit vorläufig ausser Spiel lassen, zunächst bestimmt durch das Verhältniss, in welchem die vier Grundlagen der Ernährung: Albuminate, Fette oder Fettbildner, anorganische Salze und Wasser, in demselben enthalten sind. Der Nahrungswerth eines Nahrungsmittels wird daher um so grösser sein, je mehr das Verhältniss der einzelnen Nährstoffe darin demjenigen entspricht, welches dem jeweiligen Bedürfnisse des Organismus nach Ersatz Genüge leistet. Stellt es sich heraus, dass in der Zeiteinheit durch die Ausscheidungen: an Albuminaten, Fetten, anorganischen Stoffen und Wasser, gewisse Durchschnittswerthe dem Körper verloren gehen, so müssen in den Nahrungsmitteln solche Durchschnittswerthe an diesen Stoffen eingeführt werden; wird unter gewissen Bedingungen ein grösseres Verhältniss an Albuminaten ausgeschieden, so müssen mehr Albuminate zugeführt werden. Man sieht sogleich, dass sich der Ernährungswerth eines Nahrungsmittels, nach dem jeweiligen Bedürfnisse des Organismus richten wird und daher nicht a priori bestimmt werden kann.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der noch innerhalb physiologischer Grenzen fallenden Lebensbedingungen und bei den so bedeutenden individuellen Verschiedenheiten, wird es aber auch schwierig sein, auf experimentellem und empirischem Wege zu den mittleren Werthen für das Verhältniss der einzelnen Nahrungsstoffe in der normalen und vollständigen Nahrung zu gelangen und der Nutzen derartiger mittlerer Werthe wird immer ein beschränkter sein.

Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Bestandtheilen in der vollständigen Nahrung des Menschen

Um so bemerkenswerther ist es aber, dass man auf verschiedenen Wegen zu dem Resultate gelangte, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen in der vollständigen Nahrung eines gesunden kräftigen Mannes, vorausgesetzt, dass er an der richtigen Combination derselben nicht durch äussere Verhältnisse gehindert wird, ein verhältnissmässig geringe Schwankungen zeigendes ist und sich demjenigen nähert, in welchem in der ersten vollständigen Nahrung des Menschen: in der Milch, diese beiden Gruppen von Nährstoffen enthalten sind.

Man bestimmte nämlich, um dieses Verhältniss zu finden, einerseits dasselbe direct in den Hauptnahrungsmitteln, dann, wie viel an stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen ein kräftig arbeitender gesunder Mann in 24 Stunden zu sich nimmt, wenn er weder durch Noth noch durch Vorurtheile verhindert wird, das Nahrungsbedürfniss

in seinem ganzen Umfange zu befriedigen, oder man bestimmte das Gewicht und die elementare Zusammensetzung der in einer gegebenen Zeit aufgenommenen Nahrung und der in der gleichen Zeit ausgeworfenen Excremente. Aus beiden Factoren berechnete man, wie viel Nahrung wirklich von dem Körper assimilirt wurde und in welchem Verhältnisse darin die stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffe enthalten waren.

Zunächst auf Veranlassung Liebig's und durch seine Schüler wurde in grossen Versuchsreihen das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen in den wichtigsten Nahrungsmitteln bestimmt; Liebig hat aus den gewonnenen Resultaten nachstehende Tabelle zusammengestellt, welche das Gewichtsverhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel angiebt.

		plastische		stickstofffreie	
Die Kuhmilch	enthält auf	10	:	30	{ 8,8 Fett { 10,4 Zucker
Die Frauenmilch	„ „	10	:	40	
Linsen	enthalten auf	10	:	21	
Pferdebohnen	„ „	10	:	22	
Erbsen	„ „	10	:	23	
Schaffleisch, gemästet . .	enthält auf	10	:	27	= 11,25 Fett
Schweinefleisch, gemästet .	„ „	10	:	30	= 12, 5 „
Ochsenfleisch	„ „	10	:	17	= 7,08 „
Hasenfleisch	„ „	10	:	2	= 0,83 „
Kalbfleisch	„ „	10	:	1	= 0,41 „
Weizenmehl	„ „	10	:	46	
Hafermehl	„ „	10	:	50	
Roggenmehl	„ „	10	:	57	
Gerste	„ „	10	:	57	
Kartoffeln, weisse	enthalten auf	10	:	86	
Kartoffeln, blaue	„ „	10	:	115	
Reis	enthält auf	10	:	123	
Buchweizenmehl	„ „	10	:	130	

Aus einer ebenfalls von Liebig mitgetheilten und auf seine Untersuchungen fussenden Tabelle, über die Mengen von Fleisch, Brot, Gemüse, Hülsenfrüchten, Bier, Schnaps und Fett, welche in einem Monat von einer Compagnie Soldaten verzehrt wurden und der in gleichem Zeitraume ausgeschiedenen und in Abzug gebrachten Excremente, berechnet sich das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Stoffen in der assimilirten Nahrung wie folgt:

Gewicht der Nahrungsmittel in Pfunden	Gewicht des Wassers darin in Pfunden	Gewicht der festen Stoffe in Pfunden	Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung
4001	1655	2346	298 : 1357
Die Excremente wogen 294 Pfd. mit	220,5	73,5	13 : 51

Bleibt das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Stoffen in der assimilirten Nahrung . . . . . 285 : 1306
= 1 : 4,7

Eine Vergleichung dieser Verhältnisszahlen mit den für die einzelnen Nahrungsmittel gegebenen zeigt, dass sie mit denjenigen in der Milch und den vornehmsten Getreidearten übereinstimmen. Ganz ähnliche Zahlen wurden aber auch in directer Weise, durch Berechnung der von verschiedenen erwachsenen Männern verschiedener Berufsclassen in 24 Stunden aufgenommenen Nahrungsstoffe, von Playfair nach grösstentheils amtlichen Erhebungen und officiellen Quellen gefunden.

Individuen	Stickstoffhaltige Nahrungsstoffe (Albuminate) in Grammen	Stickstofffreie Nahrungsstoffe in Grammen auf Stärke berechnet
Englischer Soldat im Frieden	120,48	637,87
„ „ im Kriege	128,42	592,51
Französischer Soldat im Frieden . . .	125,02	640,71
„ „ im Kriege . . .	183,99	847,66
Preussischer Soldat im Frieden . . .	113,12	629,37
„ „ im Kriege	167,26	717,28
Oesterreichischer Soldat im Frieden .	119,35	592,51
„ „ im Kriege . .	146,00	745,60
Nordamerikanischer Soldat im Kriege	158,76	666,22
Englischer Matrose bei frischem Fleisch	141,75	578,34
Französischer Matrose	162,73	756,94
Englischer Eisenbahnarbeiter	157,44	595,35
Englischer Grobschmied	175,77	666,22
Mittel . .	146,16 :	666,63
oder . .	1 :	4,56

Instinctgesetz.

Also auch durch diese Versuchsreihe ergeben sich Zahlen, die auf ein ähnliches Verhältniss zurückführen, wie es in der Frauenmilch gegeben ist. Dabei muss berücksichtigt werden, dass dieses Verhältniss aus Beobachtungen an sehr verschiedenen Individuen verschiedener Nationalität, Lebensweise und in verschiedenen klimatischen Beziehungen abgeleitet ist. Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass sich dieses Verhältniss auf Menschen bezieht, die viel körperliche Bewegung haben.

Es scheint demnach, dass in einer vollständigen Nahrung arbeitender erwachsener Männer, auf 1 Gewichtstheil stickstoffhaltiger, etwa 4 bis 5 Gewichtstheile stickstofffreier Nahrungsstoffe kommen müssen und dass dem eine wirkliche Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt, ergiebt sich daraus, dass der Mensch, wenn ihm seine Verhältnisse eine Wahl gestatten, durch einen untrüglichen Instinct geleitet wird, seine Nahrung dem obigen Verhältnisse zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsbestandtheilen entsprechend zu combiniren; bei Betrachtung obiger Tabelle über das Verhältniss zwischen den beiden Gruppen, in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln sieht man aber sofort, dass wir durch Mischung dieser Nahrungsmittel, eine der Milch oder dem Weizenbrote ähnliche Zusammensetzung hervorbringen können; durch Zusatz von Speck oder fettem Schweinefleisch zu Erbsen, Linsen oder Bohnen, oder von Kartoffeln zum Ochsenfleisch, von fettem Schinken zum Kalbfleisch, von Reis zum Hammelfleisch, vergrössern wir ihren Gehalt an stickstofffreien Materien. Dasselbe geschieht durch geistige Getränke, welche mit magerem Fleisch und wenig Brot genossen eine der Milch, mit fettem Fleisch eine dem Reis oder den Kartoffeln in Beziehung auf das Verhältniss stickstofffreier und plastischer Bestandtheile ähnliche Mischung geben (Liebig).

Wo der Mensch diesem Instinctgesetze aus Zwang oder Noth nicht folgen kann, da leidet sein Organismus mehr oder weniger. Dies zeigt sich in ganz unzweifelhafter Weise bei den unbemittelten Classen unserer Bevölkerung, die in Folge der bestehenden socialen Zustände, auf das wohlfeilste Nahrungsmittel, auf die Kartoffeln, beschränkt sind, welche um die Hälfte ärmer an stickstoffhaltigen Bestandtheilen sind, als die Getreidearten und ausserdem noch zu $^3/_4$ aus Wasser bestehen. Es hat mithin die Natur, die bei ausschliesslich Fleisch essenden Wilden sich nur eines Ueberschusses (durch vermehrte Bewegung) zu entledigen braucht, in diesem Falle den ungleich schwereren Kampf mit einem Mangel zu bestehen.

Tägliches Kostmaass arbeitender und ruhender Männer.

Playfair hat versucht, die Mengen der, innerhalb 24 Stunden von Erwachsenen in der Nahrung aufgenommenen Albuminate, Fette, Fettbildnern und Salzen festzustellen, die zur vollständigen Deckung des Verlustes, dem Körper unter verschiedenen körperlichen Zuständen täglich zugeführt werden müssen. Er benutzte zu diesem Zwecke die Diätreglements englischer Spitäler und englischer und amerikanischer Detentionsanstalten, verschiedener Militairverwaltungen und sonstige amtliche

und ausseramtliche Verpflegungstabellen und unterscheidet: 1) Fristungsdiät (bei Reconvalescenten ohne alle Bewegung), 2) Ruhediät (Gefangene), 3) Diät bei mässiger Bewegung (Soldaten im Frieden), 4) Diät bei starker Bewegung (Soldaten im Kriege, Geniesoldaten), endlich 5) Diät bei harter angestrengter Arbeit (Matrosen, Eisenbahnarbeiter, Schmiede etc.). Obgleich seine Zahlen auf zum Theil sehr unsicheren und ihrer Natur nach schwankenden Daten beruhen und an mancher etwas willkürlichen Unterstellung leiden, so dürften sie doch für die thatsächlichen Verhältnisse einen ungefähren Ausdruck geben und sich von der Wahrheit nicht gar zu weit entfernen. Nur dürfen wir dabei nicht vergessen, dass diese Verhältnisse nach der Lebensweise, dem Klima, dem körperlichen Zustande u. s. w. innerhalb gewisser, keineswegs genau abgesteckter Grenzen, erheblichen Schwankungen unterworfen sein können.

Als mittlere Werthe nimmt er die in nachstehender Tabelle zusammengestellten an:

In 24 Stunden in Grammen	Fristungsdiät	Ruhediät	Diät bei mässiger Bewegung	Diät bei starker Bewegung	Diät bei harter Arbeit
Albuminate	56,70	70,87	119,07	155,92	184,28
Fett	14,17	28,35	51,03	70,87	70,87
Stärke, Zucker etc. . . .	340,20	340,20	530,14	567,50	567,50
Gesammtkohlenstoff der Nahrung	189,94	209,79	337,36	388,39	405,40
Anorganische Salze . . .	9,92	14,17	20,26	26,36	—

Moleschott berechnet das tägliche Kostmaass wie folgt: es beträgt für erwachsene Menschen (Männer):

an Albuminaten	130	Grm.
„ Fett	84	„
„ Fettbildnern	404	„
„ Salzen	30	„
„ Wasser	2800	„
	3448	Grm.

wobei das Wasser der Getränke natürlich mit einbegriffen ist. Der Gesammtverlust des Körpers ist dabei, nach den Bestimmungen von Scharling, Bischoff, Barral und Anderen zu 3818 Grm. angenommen.

Aus der Tabelle von Playfair ergiebt sich die interessante Thatsache, dass das Kostmaass an Albuminaten, bei ruhenden Männern um mehr als die Hälfte beschränkt werden kann, während der Bedarf an stickstofffreien Nahrungsstoffen verhältnissmässig nur wenig geringer

ist; dadurch sinkt aber das Verhältniss zwischen den plastischen und den stickstofffreien Nahrungsstoffen auf 1 : 6,2. Hierin liegt aber eine weitere nicht zu missdeutende Andeutung für die Function, welche den beiden Gruppen im Ernährungsprocesse vorwiegend zufällt, ein neuer Fingerzeig dafür, dass die plastischen Nahrungsstoffe für die Vermittelung der Bewegungserscheinungen von Werth sind, den stickstofffreien aber hauptsächlich die Erzeugung der thierischen Wärme zukommt. Sehr belehrend in dieser Beziehung sind auch die Mittheilungen Playfair's über die fast ausschliessliche Fleischnahrung von Preis-Boxern während der Zeit, wo sie sich für ihre Leistungen vorbereiten („training").

Bei allen diesen Zahlen aber, ganz abgesehen von sonstigen Bedenken über die Art, wie sie gewonnen sind, wird man nie vergessen dürfen, dass sie nur insofern von Werth sind, als es sich dabei um die Berechnung des Bedürfnisses einer grösseren Anzahl von Menschen handelt. Für die Beurtheilung des individuellen Bedürfnisses geben sie keinen Maassstab.

Inwiefern nun dem Bedürfnisse, durch die Speisen, welche der Mensch geniesst, Genüge geleistet werden kann und wie dieselben zu combiniren sind, um den Verlust völlig zu decken, ist eine Frage, deren Beantwortung im Allgemeinen nicht gegeben werden kann und deren besondere Erörterung in die Diätetik gehört. Dass der Mensch überhaupt darauf angewiesen ist, die Speisen zu combiniren, wurde bereits weiter oben erwähnt und es folgt daraus von selbst, dass ein Nahrungsmittel nur in Ausnahmefällen dem Bedürfnisse genügen kann. Sache der Diätetik ist es daher, zu beurtheilen, welche Nahrungsmittel am besten dazu geeignet sind, einander zu ergänzen, wie es denn andererseits auch häufig geboten ist, in der ärztlichen Diätetik dafür Sorge zu tragen, dem Organismus in einseitigem Sinne, gewisse Nahrungsstoffgruppen in reichlicherer Menge zuzuführen.

Ein viel besprochener Versuch der Art ist in neuerer Zeit in den, unter dem Namen Bantingsystem bekannt gewordenen diätetischen Vorschriften gegen Fettleibigkeit gemacht.

Was auf diesem Gebiete geleistet werden kann, zeigt auch die überraschende und von den bewährtesten Aerzten constatirte Wirksamkeit der Liebig'schen Kindersuppe (eine Abkochung von 1 Thl. Weizenmehl, 10 Thln. Kuhmilch, 1 Thl. Malzmehl mit einer Lösung von einfach-kohlensaurem Kali), welche durch richtige Combination leicht verdaulicher Nahrungsstoffe, ein wahres Aequivalent der Muttermilch darstellt.

Alles dies setzt aber die genaue Kenntniss der chemischen Zusammensetzung der Speisen voraus.

Fragen wir nun, was sind die Speisen, die der Mensch für gewöhnlich geniesst, so ergeben sich als solche nachstehende: das Fleisch einiger Säugethiere, Vögel und vieler Fische, die Milch der Wiederkäuer, die Eier grösserer Vögel, die Eingeweide (Leber, Thymus, Hirn und Milz) einiger Säugethiere und Vögel, das Mehl vom Weizen, Roggen, Hafer,

Gerste, Mais und Buchweizen, Reis, Bohnen, Erbsen, Linsen und Kartoffeln, einige Baumfrüchte, grüne Gemüse, und als Speisenzusätze Zucker, Fette, Oele, gewisse Gewürze und Kochsalz.

Die Zusammensetzung der thierischen Nahrungsmittel haben wir bereits an den, diese Gewebe und Flüssigkeiten betreffenden Orten mitgetheilt. Für sie, wie auch für die pflanzlichen Nahrungsmittel haben wir ferner das Verhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen kennen gelernt. Wir begnügen uns daher hier, die von Moleschott entworfenen Mittelwerthe für die Zusammensetzung der wichtigsten thierischen und pflanzlichen Nahrungsstoffe, soweit dieselbe für den Nährzweck von Wichtigkeit erscheint, mitzutheilen.

Mittlere Zusammensetzung der thierischen Nahrungsmittel.

A. Thierische Nahrungsmittel.

In 1000 Thln.	Fleisch			Leber der Wirbelthiere	Käse	Hühnereier	Milch der Säugethiere und der Frau
	der Säugethiere	der Vögel	der Fische				
Wasser	728,75	729,83	740,82	720,06	368,59	735,04	861,53
Albuminate . .	174,22	202,61	137,40	128,20	334,65	194,34	39,43
Collagen . . .	31,59	14,00	43,88	37,38	—	—	—
Fett	37,15	19,46	45,97	35,04	242,63	116,37	49,59
Kohlehydrate .	—	—	—	—	—	—	43,23
Extractivstoffe .	16,90	21,11	16,97	65,26	—	3,74	—
Salze	11,39	12,99	14,96	14,06	54,13	10,51	5,92

Der pflanzlichen Nahrungsmittel: Samen der Cerealien.

B. Pflanzliche Nahrungsmittel.

Samen der Cerealien und des Buchweizens

In 1000 Thln.	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Mais	Reis	Buchweizen
Wasser . . .	129,94	138,73	144,82	108,81	120,14	92,04	146,31
Albuminate .	135,37	107,49	122,65	90,43	79,14	50,69	77,77
Fett	18,54	21,09	26,31	39,90	48,37	7,55	—
Kohlehydrate .	696,19	615,08	679,67	734,92	731,99	844,71	754,51
Extractivstoffe .	—	—	—	—	7,49	—	8,36
Salze	19,96	14,61	26,55	25,94	12,87	5,01	13,05

Im Anschluss an diese Zahlen für das Mehl der Cerealien theilen wir einige von v. Bibra angestellte Analysen einiger Brotsorten mit:

Brot.

In 1000 Theilen	Weizenbrot		Roggenbrot Nürnberg	Pumpernickel Westphalen	Gerstenbrot Niederbaiern	Haferbrot Spessart	Zwieback	
	deutsches Nürnberg	schweizerisches Bern					weisser Hamburg	schwarzer Hamburg
Wasser	422,00	133,33	430,00	91,60	117,80	86,60	114,20	133,33
Albuminate	65,48	93,93	45,22	67,09	56,13	89,03	94,25	131,35
Kohlehydrate	503,52	769,74	516,48	802,31	821,07	724,37	784,25	723,62
Fette	9,00	3,00	8,30	39,00	5,00	100,00	7,30	11,70

Die Salze wurden nicht bestimmt. Nach den Bestimmungen von Payen, Keller und Louyet schwankt der Salzgehalt zwischen 8,33 bis 15,35 pro Mille.

Hülsenfrüchte.

Hülsenfrüchte

In 1000 Theilen	Erbsen	Schminkbohnen	Ackerbohnen	Linsen	Mittel der Hülsenfrüchte
Wasser	145,04	160,20	128,55	113,18	136,74
Albuminate	223,52	225,49	220,32	264,94	233,57
Kohlehydrate	576,19	542,99	576,57	581,22	569,24
Extractivstoffe	11,84	27,69	33,26	—	18,20
Fette	19,66	19,55	15,97	24,01	19,80
Salze	23,75	24,08	25,33	16,65	22,45

Wir heben endlich noch einige Analysen der Kartoffeln und einiger Gemüse aus.

Kartoffeln und Gemüse.

In 1000 Theilen	Kartoffeln	Kastanien	Gelbe Rüben	Kohlrabi	Blumenkohl	Gurken
Wasser	727,46	537,14	853,09	800,00	918,87	971,40
Albuminate	13,23	44,61	15,48	20,00	5,00	1,30
Kohlehydrate	237,73	394,44	133,41	170,00	18,00	26,19
Extractivstoffe	9,77	—	0,36	—	—	0,40
Fette	1,56	8,73	2,47	3,00	—	—
Salze	10,25	15,17	15,20	50,00 ?	7,55	—

Zur weiteren chemischen Charakteristik der Nahrungsmittel und zur Beurtheilung ihres Werthes, stellen wir die Aschenanalysen einiger pflanzlicher Nahrungsstoffe, mit denen des Fleisches und der Milch zusammen. Als Repräsentanten des Fleisches wählen wir das Pferdefleisch.

Asche der Körner- und Hülsenfrüchte.

In 100 Theilen Asche	Pferdefleisch Weber	Kuhmilch Weber	Weizen Schmidt	Roggen Fresenius u. Will	Gerste Schmidt	Erbsen Will und Fresenius	Saubohnen Buchner	Linsen Levi
Kali	39,40	23,46	27,04	32,69	20,91	39,51	34,06	34,76
Natron	4,86	6,96	0,45	4,45	—	3,98	13,26	13,50
Magnesia	3,88	2,20	6,60	10,16	6,91	6,43	6,38	2,47
Kalk	1,80	17,34	1,97	2,91	1,67	5,91	4,93	6,34
Chlornatrium	1,47	4,74	—	—	—	3,71	—	4,63 (Chlor)
Eisenoxyd	1,00	0,47	1,35	0,82	2,10	1,05	0,68	2,00
Phosphorsäure	46,74	28,04	62,59	47,35	38,48	34,50	40,69	36,30
Schwefelsäure	0,30	0,05	—	1,45	—	4,91	—	—
Kieselerde	—	0,06	—	0,17	29,10	—	—	—
Kohlensäure	—	2,50	—	—	—	—	—	—

Eine wesentlich andere Zusammensetzung zeigt die Asche der Kartoffeln und grünen Gemüse, wie nachfolgende Tabelle erläutert:

Asche der Gemüsepflanzen.

In 100 Theilen Asche	Kartoffel Way	Gelbe Rüben Way u. Ogston	Weisse Rüben Way u. Ogston	Weisskraut Stammer	Rosenkohl Schlienkamp	Spargeln Schlienkamp	Schnittsalat Griepenkerl	Gurken Richardson
Kali	46,96	37,55	48,56	48,32	17,05	22,85	22,87	47,43
Natron	—	12,63	—	—	—	2,27	18,50	—
Chlorkalium	8,11	—	—	9,33	8,63	—	—	4,19
Chlornatrium	2,41	4,91	5,44	—	—	7,97	15,09	9,02
Magnesia	13,58	3,78	2,26	3,74	15,09	6,34	5,65	4,25
Kalk	3,35	9,76	6,73	12,64	25,88	15,91	10,43	6,31
Eisenoxyd	—	0,74	0,66	—	2,86	5,11	2,82	1,16
Phosphorsäure	11,91	8,37	7,65	15,99	23,91	18,32	9,39	15,94
Schwefelsäure	6,50	6,34	12,86	8,30	—	7,32	3,85	4,89
Kieselerde	7,17	0,76	0,96	0,40	6,58	12,53	11,86	7,12
Kohlensäure	—	15,15	14,83	—	—	—	—	—

Gehen wir nun an die Verwerthung dieser Zahlen, so ergiebt sich vor Allem, dass nur die thierischen Nahrungsmittel und von den pflanzlichen, die Körnerfrüchte und Hülsenfrüchte auf den Namen ausreichender Nahrungsmittel Anspruch machen können, denn nur sie enthalten von den vier Gruppen der Nahrungsstoffe genügende Mengen, um in einer von den Verdauungsorganen zu bewältigenden Masse, den Verlust des Organismus decken zu können. Die Zusammensetzung ihrer Asche endlich stimmt nahe mit jener der thierischen Nahrungsmittel überein.

Betrachtungen über den Nährwerth der Nahrungsmittel.

Die Gemüse und auch die Kartoffeln haben dagegen, an und für sich für die Ernährung einen sehr untergeordneten Werth und können nur als Zusatz zu anderen Speisen in Betracht kommen. Ihr Gehalt an Albuminaten ist sehr gering. Fette enthalten sie ausserordentlich wenig und ihr Gehalt an sogenannten Fettbildnern, d. h. an Kohlehydraten, ist geringer als jener der Körner- und Hülsenfrüchte; dabei enthalten sie aber sehr viel Wasser, $^2/_3$, ja zuweilen sogar mehr wie $^5/_6$ ihres Gewichtes. Auch die Zusammensetzung der Asche weicht von jener der Hülsen- und Körnerfrüchte sehr wesentlich ab, sie sind nämlich durchschnittlich sehr arm an der, zur Entwickelung der Gewebe so nothwendigen Phosphorsäure. Einen ebenso untergeordneten Ernährungswerth und aus denselben Ursachen haben die Obstarten.

Gehen wir in der nachstehenden Betrachtung von der Voraussetzung aus, dass die von Moleschott aufgestellten Zahlen, für das tägliche Kostmaass eines arbeitenden Mannes, innerhalb gewisser Grenzen einen annähernd richtigen Ausdruck darstellen, so ergiebt sich, dass die Nahrungsmittel bezüglich ihres Nährwerthes, d. h. bezüglich ihres Vermögens, den Verlust an Albuminaten, Fetten, Fettbildnern und Salzen zu decken, sehr ungleichwerthig sind. Für die Albuminate und stickstofffreien Nahrungsstoffe macht dies nachstehende Tabelle anschaulich.

Aequivalenz der verschiedenen Nahrungsmittel mit Bezug auf das Kostmaass an Albuminaten und stickstofffreien Nahrungsstoffen.

Nähräquivalente für den täglichen Bedarf eines arbeitenden Mannes

an Albuminaten Kostmaass 130 Grm.		an stickstofffreien Nahrungsstoffen Kostmaass 448 Grm.	
Käse	388 Grm.	Reis	572 Grm.
Linsen	491 „	Mais	625 „
Schminkbohnen	576 „	Weizenbrot	631 „
Erbsen	582 „	Linsen	806 „
Ackerbohnen	590 „	Erbsen	819 „
Ochsenfleisch	614 „	Ackerbohnen	823 „
Hühnereier	968 „	Schminkbohnen	876 „
Weizenbrot	1444 „	Hühnereier	902 „
Mais	1642 „	Roggenbrot	930 „
Reis	2562 „	Käse	2011 „
Roggenbrot	2875 „	Kartoffeln	2039 „
Kartoffeln	10000 „	Fleisch	2261 „

Diese Betrachtungen auch auf die Fette und Fettbildner, sowie auf die Salze auszudehnen, erscheint nicht räthlich, denn wir wissen nicht, inwiefern Fette und Fettbildner in ihrer Function im Ernährungsprocesse sich wirklich vertreten können und da wir hier nur die Ernährungsverhältnisse des Menschen im Auge haben, so wird jeder Vergleich der Nahrungsmittel, in Bezug auf ihren Fettgehalt insofern schon ohne Werth sein, weil wir unsere Speisen mit mannigfachem Fettzusatz geniessen und weil der Fettgehalt eines sehr wichtigen Nahrungsmittels: des Fleisches, sehr variabel ist. Bei den Salzen macht eine Vergleichung der Umstand unthunlich, weil unter den in der Analyse aufgeführten Aschenbestandtheilen, viele sehr unwesentliche enthalten sind und wir das Kostmaass, d. h. den für den täglichen Bedarf nothwendigen Betrag der wichtigen Salze, so namentlich der Phosphorsäure nicht kennen.

Doch sind auch die in obenstehender Tabelle gegebenen Zahlen sehr belehrend, auch dann, wenn wir die Moleschott'schen Kostmaasse als unsichere Werthe ansehen, denn die Zahlen haben auch in diesem Falle mindestens die Bedeutung, das Verhältniss auszudrücken, in welchem sich die einzelnen Nahrungsmittel für bestimmte Nährzwecke gewichtlich vertreten können. Diese Zahlen zeigen ferner abermals die Nothwendigkeit für den Menschen, seine Speisen dem Instinctgesetze gemäss zu combiniren, sowie dass, wenn man durch ein Nahrungsmittel dem Nahrungsbedürfnisse genügen will, man entweder in Gefahr kommt, die Verdauungsorgane über Gebühr zu belasten, oder von dem einen Nahrungsstoffe einen grossen Ueberschuss zuzuführen. Wollten wir z. B. durch Weizenbrot allein uns nähren, so müssten wir, um täglich 130 Grm. Albuminate zu erhalten, etwa drei Zollvereinspfunde Brot verzehren, damit aber erhielten wir einen bedeutenden Ueberschuss von wärmeerzeugenden und fettbildenden Stoffen, denn, um den täglichen Bedarf daran im Betrage von 488 Grm. zu decken, würden von Weizenbrot 631 Grm., d. h. wenig mehr wie ein Zollvereinspfund genügen. Wollten wir uns dagegen ausschliesslich von magerem Fleisch (der Säugethiere) nähren, so müssten wir, um dem Bedarfe an thermogenen Nahrungsstoffen zu genügen, nicht weniger wie 2261 Grm., d. h. über vier Pfund, täglich verzehren und erhielten damit einen bedeutenden Ueberschuss an Albuminaten. Am günstigsten stellen sich noch die Verhältnisse für die Hülsenfrüchte, obgleich wir auch mit ihnen, um dem Nahrungsbedürfniss nach stickstofffreien Stoffen zu entsprechen, immer einen Ueberschuss an Albuminaten mit in den Kauf nehmen und den Magen erheblich belasten müssen. Am allerungünstigsten gestaltet sich aber alles bei der Kartoffel; um das Nahrungsbedürfniss nach Albuminaten zu decken, müsste man von diesen 10 Kilogrm., d. h. 20 Zollvereinspfunde, täglich verzehren, eine Masse, die von den Verdauungsorganen nicht bewältigt werden kann; ja selbst in ihrem Nährwerthe als Vehikel wärmeerzeugender Nahrungsstoffe werden sie, mit Ausnahme mageren Fleisches, von allen übrigen Nahrungsmitteln, auch pflanzlichen, übertroffen.

Der Mensch geniesst den grössten Theil seiner Nahrung erst, nachdem dieselbe in der Küche mancherlei Umwandlungen, mehr oder weniger complicirter Natur erfahren hat. Im Allgemeinen besteht die Aufgabe der Kochkunst darin, die natürlichen Speisen noch weiter zu mischen, ihnen mancherlei Gewürze zuzusetzen, sie von unverdaulichen Beimengungen zu befreien und sie endlich durch Mitwirkung der Wärme gewissermaassen aufzuschliessen, d. h. ihre Auflöslichkeit in den Verdauungssäften zu erhöhen. Doch wird in einzelnen Fällen durch die culinarische Zubereitung die Löslichkeit der Nahrungsmittel beeinträchtigt (Hartkochen der Eier etc.). Uebrigens ist eine Chemie der Kochkunst nicht nur erst zu schreiben, sondern erst noch zu schaffen.

Ueber Nahrungsmittel und ihre diätetischen Beziehungen weitere Belehrung Suchende verweisen wir auf das sehr vollständige Werk Moleschott's: Physiologie der Nahrungsmittel, 2te Aufl. Giessen 1859.

Verdauung und Assimilation.

Die Assimilation der Nahrungsmittel, d. h. ihr Uebergang in Blut, setzt eine chemische und physikalische Umwandlung derselben voraus, die durch die Verdauungsorgane vermittelt wird. Diese Umwandlung: die Verdauung, beginnt schon in der Mundhöhle, setzt sich im Magen, dem Dünn- und Dickdarm fort und erreicht ihr Ende mit der Aufsaugung der gelösten und umgewandelten Nahrungsmittel durch die Lymphgefässe, die Blutgefässe und die Blut- und Chylusgefässe zugleich. Wir haben es zunächst nur mit der chemischen Seite des Verdauungsprocesses zu thun und müssen bezüglich der mechanischen Arbeit der Verdauungsorgane und der physikalischen Gesetze der Diffusion von Flüssigkeiten durch thierische Membranen, d. h. bezüglich der physikalischen Seite der Resorption, auf die Lehrbücher der Physiologie verweisen.

Die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe unter der Einwirkung bestimmter Verdauungssäfte: des Speichels, Magensaftes, der Galle, des Bauchspeichels, Darmsaftes u. s. w., erleiden, haben wir im Allgemeinen bereits bei diesen Verdauungssäften besprochen, wir haben daher hier zunächst nur die Umwandlung der Speisen durch die Verdauungssäfte im Ganzen aufzufassen und dieselbe auf ihrem Wege durch den Verdauungsschlauch zu verfolgen.

Wirkung des Speichels auf die Speisen.

Wirkung des Speichels auf die Speisen. In der Mundhöhle gelangen die Speisen mit dem gemischten Speichel in mehr oder weniger innige Berührung, in Folge deren diese wasserreiche Flüssigkeit nothwendigerweise eine lösende Einwirkung auf die in Wasser leicht löslichen Bestandtheile der Speisen ausüben muss. Beeinträchtigt wird aber diese Wirkung jedenfalls durch die kurze Dauer der Berührung in der Mundhöhle, so dass dieselbe keinesfalls von grossem Belange sein wird.

Chemische Umwandlungen bewirkt der Speichel mit alleiniger Ausnahme der Stärke keinesfalls. Da aber der Speichel gekochte Stärke bei der Temperatur des Körpers ziemlich rasch theilweise in Zucker umsetzt, unsere Speisen aber, insofern sie überhaupt Stärke enthalten, diese durch die vorgängige Zubereitung (Kochen, Backen etc.) bereits in einem gewissermaassen aufgeschlossenen Zustande enthalten, so kann von vornherein nicht bezweifelt werden, dass während des Kauens amylumhaltiger Nahrungsmittel ein Theil ihres Stärkemehls bereits in Zucker umgesetzt wird. Das ist denn in der That auch durch Lehmann und Schröder bestätigt worden.

Einwirkung des Magensaftes auf die Speisen.

Einwirkung des Magensaftes auf die Speisen. Die in den Magen gelangenden Speisen kommen hier in Berührung mit dem Magensaft, aber gleichzeitig führen sie auch lufthaltigen Speichel in den Magen. Die Veränderungen, welche daher die Speisen im Magen erleiden, kommen keineswegs ausschliesslich auf Rechnung des Magensaftes.

Die Erfahrungen, welche man über die Veränderungen gemischter Speisen gewonnen hat, sind kurzgefasst folgende: Fleisch zerfällt nach Auflösung des Bindegewebes in die einzelnen Primitivbündel, diese zerbröckeln sich dann in kurze Stückchen, welche dem Abstande zweier benachbarter Querstreifen entsprechen; diese Stückchen lösen sich hierauf allmählich auf, aber, wie es scheint, niemals ganz vollständig. Dabei werden die Albuminate jedenfalls zum Theil in Peptone verwandelt; die aus dem Muskelfleisch hervorgehende Lösung zeigt nämlich zuweilen noch die Eigenschaft, durch Hitze zu gerinnen, zuweilen aber tritt gar keine Gerinnung mehr beim Kochen derselben ein. Kalbfleisch löst sich im Magen rascher als Ochsenfleisch (Schröder), gekochtes oder gebratenes rascher als rohes (Frerichs), älteres rascher als frisch geschlachtetes, mageres leichter als fettes. Die löslichen Salze des Fleisches, sowie auch die Erdsalze desselben, werden durch Vermittelung der freien Salzsäure des Magensaftes aufgelöst und aus ihrer Verbindung mit den Albuminaten in Freiheit gesetzt, wie sich daraus ergiebt, dass dieselben durch Neutralisation der Lösung des Fleisches gefällt werden. Aus den Knochen (welche von Thieren verzehrt werden) wird die leimgebende Substanz aufgelöst, während der grösste Theil der Kalksalze als eine krümliche Masse ungelöst bleibt. Milch gerinnt alsbald im Magen, die Molken verlassen sehr bald die Magenhöhle und es bleibt ein aus Caseïn und Fett bestehender Klumpen zurück, der allmählich von der, den Magenwänden zugekehrten Fläche gegen sein Centrum hin verändert wird. Die Hüllen der Milchkügelchen, das Caseïn und die Kalksalze der Milch lösen sich allmählich auf, während das Fett zu grösseren Tropfen zusammenfliesst, ohne eine weitere chemische Umwandlung zu erfahren. Von den Albuminaten scheint Caseïn am leichtesten verdaulich zu sein. Das Protoplasma der Zellen aller essbaren Drüsen, sowie die Zellen des Bindegewebes und das Protoplasma der Pflanzenzellen der Gemüse, wenn die

aus Cellulose bestehenden Zellmembranen der letzteren, durch Kochen oder mechanische Zerkleinerung zum Platzen gebracht sind, lösen sich ebenfalls leicht auf.

Aus Brot werden die Albuminate allmählich aufgelöst, während die Stärke desselben, wenigstens zum Theil unter Mitwirkung des Speichels, im Magen in Dextrin und Zucker umgesetzt wird; wenn das Brot nicht ausgebacken ist und noch rohe durch das Backen nicht veränderte Stärkekörner enthält, so werden diese vom Magen nicht angegriffen.

Hülsenfrüchte und Kartoffeln erfahren eine ähnliche Umwandlung; bei ersteren aber wird dieselbe durch die holzige Zellmembran, welche das Amylum und die Albuminate umschliesst, sehr verzögert; letztere wird überhaupt durch die Verdauungssäfte gar nicht verändert und geht unverdaut mit dem Kothe ab. Auch die das Amylum der Kartoffeln umschliessende Zellhaut findet sich häufig, trotzdem dass ihr Inhalt verschwunden ist, noch unverletzt.

Chymus.

Durch diese Umwandlungen werden die gemischten Speisen, im Magen in den sogenannten Chymus oder Speisebrei verwandelt, der natürlich, je nach der Natur der Speisen von ausserordentlich verschiedener Beschaffenheit sein wird. Unter Voraussetzung einer gemischten Nahrung im Sinne des Culturmenschen wird er einen bald mehr, bald weniger consistenten Brei darstellen. Derjenige Theil dieses Breies, welcher nicht aus dem Magen schon in die Lymph- und Blutgefässe übertritt, verlässt denselben durch den Pylorus. Der gelöste Theil desselben wird bestehen aus Magensaft, zum Theil in Peptone verwandelten Albuminaten, aus löslichen Umwandlungsproducten der leimgebenden Gewebe, aus gelösten anorganischen Salzen, worunter namentlich auch Erdsalze, aus Zucker, Dextrin, Gummi u. s. w., der ungelöste Theil dagegen aus Cellulose, Epithelialschuppen, elastischen Fasern, Kieselerde, ungelösten Kalksalzen und aus löslichen aber noch nicht gelösten Speiseresten, Fleisch-, Albumin- und Bindegewebsstückchen, Caseïn-Coagulis, Fett, Amylum und anorganischen Salzen.

Einwirkung der Darmsäfte auf die Speisen.

Einwirkung der Verdauungssäfte des Darmcanals auf die Speisen. Der durch den Pylorus in das Darmrohr tretende Chymus trifft in diesem mit mehreren Secreten, welche sich in dasselbe ergiessen, zusammen, die auf den noch ungelösten, aber löslichen Theil desselben, d. h. auf die noch unverdauten Speisen, mehr oder weniger energisch verdauende Einwirkungen äussern. Die noch ungelösten Albuminate werden namentlich im Duodenum und Dünndarm, unter der Mitwirkung des Bauchspeichels, der Galle und wahrscheinlich auch des Darmsaftes noch weiter aufgeschlossen, das Stärkemehl der Amylaceen, welches im Magen nur zum geringeren Theile und zwar nur durch den herabgeschluckten Speichel in Zucker verwandelt wurde, trifft im Darme mit dem kräftig zuckerbildenden Bauchspeichel zusammen und geht unter der Einwirkung dieses Secrets in Traubenzucker über; ein Theil dieses

letzteren aber, gleichgültig, ob derselbe im Verdauungsschlauche erst entstand, oder ob er als solcher in den Nahrungsmitteln bereits enthalten war, wird im Darm in Milchsäure und wahrscheinlich auch in Buttersäure verwandelt; letztere Säure wurde namentlich im Inhalte des Blinddarms nachgewiesen. Durch welches Ferment die Milch- und Buttersäuregährung eingeleitet wird, ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden, allein bei den mannigfachen im Darm vor sich gehenden Zersetzungen, die gegen den Dickdarm zu, mehr und mehr einen den Fäulnissvorgängen wenigstens ähnlichen Charakter annehmen, kann es an Materien, die die saure Gährung des Traubenzuckers einleiten, nicht fehlen. Die Umsetzung des Stärkemehls in Zucker erfolgt auch im Darme nur allmählich: die Stärkekörner werden von der Oberfläche her erweicht; einzelne Schichten derselben lösen sich ab und werden in Dextrin und Zucker verwandelt; je weiter das Stärkemehl vom Leerdarm ins Ileum tritt, desto kleiner werden die Körnchen. Rohrzucker wird zum grossen Theil in Traubenzucker verwandelt; wodurch diese Umsetzung bewirkt wird, ist unbekannt, constatirt aber, dass weder Speichel noch Magensaft, noch endlich Darmsaft diese Umsetzung bewirken. Milchzucker wird im Jejunum und Ileum ebenfalls zum Theil in Milchsäure verwandelt. Das Fett wird unter Mitwirkung der Galle und des Bauchspeichels allmählich in immer feinere und feinere Tröpfchen verwandelt, während ein Theil desselben, durch den Bauchspeichel in Glycerin und freie Fettsäuren zerlegt wird. Die Galle ihrerseits bewirkt ausser der Emulsionirung, eine partielle Verseifung dieser, durch den Bauchspeichel in Freiheit gesetzten fetten Säuren und durch alle diese Vorgänge wird die Resorption der Fette eingeleitet.

Endlich lässt sich nicht bezweifeln, dass die Darmsäfte auch noch auf einige anorganische Salze des Chymus lösend einwirken werden, wenngleich diese Wirkung, wegen der alkalischen Reaction der unteren Parthie des Darmcanals, sich nur auf in Wasser und in Alkalien lösliche Salze wird äussern können.

Im Allgemeinen bestehen aber die Veränderungen des Chymus im Darmrohr darin, dass fort und fort noch Bestandtheile desselben gelöst oder zur Resorption geschickt gemacht werden; da nun aber die Resorption wirklich alsbald nach der nöthigen Vorarbeit der Verdauung erfolgt, so ist es klar, dass in dem Maasse, in dem sich der Chymus vom Pylorus entfernt und in den Darmcanal herabsteigt, die vollkommen unlöslichen Bestandtheile desselben: Cellulose, elastische Gewebe, Horngewebe, Kieselerde und Erdsalze, harzartige Bestandtheile der Galle: Choloidinsäure und Dyslysin u. a. m. über die löslichen allmählich das Uebergewicht gewinnen müssen. Je mehr aber dies der Fall ist und in dem Maasse, als sich im Dickdarm jene Producte erzeugen, die den üblen Geruch der Fäces besitzen und wirkliche Fäulnissproducte, wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak auftreten, wird der unlösliche und unverdaute Rest des Chymus zu Koth, wenngleich auch im Dickdarm noch Verdauungserscheinungen unter Vermittelung des Darmsaftes erfolgen können.

Fassen wir nun den Verdauungsprocess in seiner Beziehung zu den einzelnen Nahrungsstoffen auf, so können wir Nachstehendes als mehr oder weniger bestimmt constatirt betrachten.

Veränderungen der einzelnen Nahrungsstoffe durch die Verdauung.

Cellulose wird durch die Verdauung beim Menschen nicht verändert, ist demnach unverdaulich, doch wäre es wohl möglich, dass sehr junge Holzfaser, wie sie in den grünen Gemüsen vorkommt, wenigstens zum Theil aufgeschlossen werden könnte. Für das erwachsene Rind und für andere Pflanzenfresser ist die Verdauung eines Theiles der Cellulose und Holzfaser des Strohs und Heues, für welche schon früher von Frerichs, Mulder und Donders einzelne Beobachtungen geltend gemacht wurden, durch neuere genaue Ernährungsversuche von Henneberg u. Stohmann, sowie von G. Meissner u. Shepard erwiesen.

Gummi wird in den Verdauungssäften aufgelöst, aber nicht chemisch verändert; nach den Versuchen von Busch übrigens, auch nur sehr unbedeutend resorbirt und gehört daher ebenfalls nicht zu den verdaulichen Nahrungsstoffen im engeren Sinne. Aehnlich wie Gummi verhalten sich Pectin und Pflanzenschleim.

Stärke wird, wenn sie gekocht oder sonst, wie beim Backen des Brotes, aufgeschlossen ist, durch den Speichel und den Bauchspeichel mehr oder weniger rasch in Zucker und zwar in Traubenzucker verwandelt.

Dextrin findet sich im Darme nur in geringen Mengen und wird daher insofern es überhaupt vorhanden war, jedenfalls sehr rasch in Traubenzucker verwandelt.

Traubenzucker erleidet weder durch den Speichel, noch durch den Magensaft eine Veränderung und findet sich daher bis in den Dünndarm hinein noch als solcher; ein Theil desselben erleidet aber im Darme eine Umwandlung in Milch- und wahrscheinlich auch in Buttersäure. Diese Umwandlung ist in neuerer Zeit bezüglich der Buttersäure von Planer bezweifelt, aber durch seine negativen Beobachtungen nicht widerlegt. Gewiss ist es und von ihm selbst constatirt, dass sich im Dünndarm freies Wasserstoffgas findet, welches sich bekanntlich bei der Buttersäuregährung abspaltet, womit freilich nicht gesagt sein soll, dass das Wasserstoffgas nothwendig daher stamme.

Milchzucker erleidet ausser seiner Lösung, bis in den Leer- und Grimmdarm keine Veränderung, geht aber jedenfalls zum Theil und insofern er bis dahin noch nicht resorbirt ist, in Milchsäure über.

Rohrzucker wird in Traubenzucker verwandelt. Diese Umwandlung geschieht im Darm durch ein bisher nicht ermitteltes Agens.

Die Fette erleiden weder im Magen noch im Darme, ausser einer partiellen Verseifung eine erhebliche chemische Veränderung, wohl aber werden sie in letzterem unter Mitwirkung des Bauchspeichels und der Galle, sehr fein emulsionirt und in ausserordentlich kleine Tröpfchen vertheilt.

Albuminate werden durch die Wirkung des Magensaftes und subsidiär, auch durch jene des Bauchspeichels und Darmsaftes allmählich, auch dann, wenn sie ursprünglich durch die freie Säure des Magensafts coagulirt wurden, gelöst und von dem phosphorsauren Kalk, mit dem sie verbunden waren, getrennt; von letzterem wird wenigstens ein Theil durch die freie Säure des Magensaftes ebenfalls gelöst. Die Albuminate werden dabei wahrscheinlich in Peptone und Parapeptone verwandelt. So wenig zweifelhaft diese Umwandlung erscheint, wenn man sich an die künstlichen Verdauungsversuche hält, so hat man doch von mehreren Seiten darauf hingewiesen, dass ein stricter Beweis für diese Umwandlung im lebenden Organismus noch fehle; allein diese Bedenken könnten wohl auf die grosse Mehrzahl der im lebenden Organismus stattfindenden, chemischen und physikalischen Vorgänge ihre Anwendung finden und es wird auf diesem Gebiete wohl noch auf lange hin, der Weg der Induction zur Erklärung solcher Vorgânge der am häufigsten einzuschlagende sein. Indem wir den Uebergang der Albuminate in der Verdauung in Peptone für mindestens sehr wahrscheinlich halten, werden wir dazu weniger durch die geltend gemachten teleologischen Gründe bestimmt, die dafür sprechen, dass die Albuminate als solche der Osmose nicht fähig sind, oder wenigstens ein sehr geringes osmotisches Aequivalent besitzen, was durch die neuesten wichtigen Untersuchungen Graham's über Dialyse eine weitere Bestätigung findet, als vielmehr durch den Umstand, dass wir die Auflösung der geronnenen und organisirten Albuminate als solche, vom chemischen Standpunkte aus anzunehmen gar keinen Grund haben, wohl aber wissen, dass wenn die Verdauungsflüssigkeiten ausserhalb des Organismus diese Auflösung bewirken, die Lösungen nicht mehr die für Albuminate charakteristischen Eigenschaften besitzen. Anzunehmen endlich, dass der Magensaft ausserhalb des Organismus, aber unter sonst möglichst analogen Bedingungen, die Albuminate in einer anderen und zwar in einer so eigenthümlichen Weise lösen sollte, wie innerhalb des Magens, würde voraussetzen, dass dafür ganz bestimmte Gründe vorliegen; solche Gründe fehlen aber durchaus und insbesondere auch vom chemischen Standpunkte.

Leimgebende Gewebe werden durch den Magensaft und subsidiär wahrscheinlich auch noch im Darme, in lösliche leimartige, aber nicht gelatinirende Substanz verwandelt.

Knochen werden in der Verdauung fleischfressender Thiere durch den Magensaft in der Weise verändert, dass ihre leimgebende Grundlage zum Theil in der oben geschilderten Weise aufgelöst wird, während von ihren Erdsalzen so viel aufgelöst werden kann, als die disponible freie Säure des Magensaftes beträgt.

Elastische sowie auch **Horngewebe** werden von den Verdauungsflüssigkeiten nicht angegriffen und sind als vollkommen unverdaulich anzusehen.

Aufsaugung.

Aufsaugung.

Von dem, was als Speise und als Drüsensaft in den Darm eingeführt wird, tritt nur ein kleiner Theil als Koth aus dem Rectum, der bei weitem grössere wird auf seinem Wege durch den Darm aufgesogen und zwar zum Theil von den Lymph- und Chylusgefässen, zum Theil von den Blutgefässen und dadurch die Assimilation der Nahrung vollzogen.

Resorption der Fette.

Die Aufsaugung der wässerigen Lösungen kann durch Lymph- und Blutgefässe von statten gehen, sie kann daher unzweifelhaft schon im Magen beginnen. Dies gilt aber nicht für die Fette, diese können von den Lymph- und Chylusgefässen nur insofern resorbirt werden, d. h. durch die Wand, welche die Höhlungen des Darms und der Chylusgefässe von einander scheidet, treten, als sie im Darmcanal vorher eine mechanische Vorbereitung erlitten haben, die darin besteht, dass sie zu höchst feinen Tröpfchen vertheilt und wahrscheinlich auch mit einer Art Hülle versehen werden. Für die Anwesenheit dieser letzteren spricht der Umstand, dass die Tröpfchen gewöhnlich nicht zusammenfliessen, wenn sie auch unter einem merklichen Druck in einen engen Raum zusammengedrängt werden. Die Bedingungen der feinen Vertheilung der Fette im Darm haben wir weiter oben bereits kennen gelernt. Ausnahmsweise scheint aber doch auch etwas Fett schon aus dem Magen aufgesaugt werden zu können, wie dies Kölliker bei Säuglingen beobachtet haben will. Auch im Dickdarm erfolgt für gewöhnlich keine Fettresorption mehr, so dass das Fett vorzugsweise im Dünndarm resorbirt wird.

Die Resorption der Fette wird durch die Anwesenheit der Galle sehr wesentlich unterstützt; die Belege für diesen Satz haben wir bereits S. 469 und 480 erörtert. Absolut nothwendig für die Resorption der Fette ist die Galle nicht, denn dieselbe erfolgt auch bei Abfluss der Galle nach aussen; es scheint daher diese Function der Galle vom Bauchspeichel vertreten werden zu können. Wird Bauchspeichel und Galle gleichzeitig ausgeschlossen, so wird nach Busch nur ein Minimum, vielleicht auch gar kein Fett mehr resorbirt.

Da die Kräfte, welche das Fett in die Chylusgefässe treiben und die entgegenstehenden Widerstände überwinden, aus den Diffusionsgesetzen, welche eine innige Vermischung der diffundirenden Flüssigkeiten voraussetzen, nicht abgeleitet werden können, so muss ein in der Richtung vom Darm zum Zottenraum wirkender Druck vorausgesetzt werden, der aber nicht näher nachgewiesen ist.

Resorption der wässerigen Lösungen der verdauten Nahrungsstoffe

Der Uebertritt der wässerigen Lösungen der verdauten Speisen erfolgt durch Blut- und Lymphgefässe nach Diffusionsgesetzen; eine Diffusion setzt aber immer zwei in entgegengesetzter Richtung gehende Strömungen voraus; dass nicht allein Substanzen aus dem Darm in das Blut dif-

fundiren, sondern auch umgekehrt, ist auf directem Wege erwiesen; der Diffusionsstrom aber, in der Richtung vom Darme zum Blute wird durch gewisse Verhältnisse ausserordentlich begünstigt: 1) Die Lösung der im Darme befindlichen Stoffe ist eine sehr verdünnte, da die zu verdauenden Substanzen nur sehr allmählich gelöst werden und die in den Darm sich ergiessenden Säfte sehr wasserreich sind, das Blut aber ist die concentrirteste aller thierischen Flüssigkeiten; 2) das Blut ist in beständiger Bewegung und kaum durch wässerige Darmflüssigkeit verdünnt, wird es sofort wegbewegt und durch concentrirteres ersetzt; 3) ein Theil des Darminhaltes zeigt normal saure Reaction, während die zur Aufnahme der Darmlösung bestimmten Säfte stark alkalisch reagiren. Jedenfalls setzt eine ungehinderte Diffusion einen möglichst gleichbleibenden Concentrationsgrad des Blutes voraus. Bei Aufnahme grosser Wassermengen würde dieser letztere aber nicht erhalten werden können, wenn nicht der Ueberschuss sofort wieder durch reichliche Ausscheidung durch Lungen, Haut und Nieren entfernt würde (Liebig).

durch die Blutgefässe,

Demzufolge führt der Diffusionsstrom aus dem Darm in das Blut Wasser, die wässerigen Lösungen von Salzen mit anorganischen und organischen Säuren, Farbstoffe und Zucker.

Ein directer Uebertritt von Fetten aus dem Darm in das Blut erscheint trotz einiger dafür angeführter, aber nicht beweiskräftiger Beobachtungen unwahrscheinlich. Dass Zucker, Farbstoffe und gewisse Salze aus dem Darm direct ins Blut resorbirt werden können, ist auf directem Wege und zwar dadurch erwiesen, dass man sie, während sie allmählich aus dem Darmcanal verschwanden, sofort wieder im Blute auffand, oder dass man sie im Harn auffand, nicht aber im Chylus, oder sie auch dann im Harn nachwies, nachdem man die Chylusgefässe zerstört hatte, die aus einem abgegrenzten, mit den bezeichneten Stoffen gefüllten Darmstücke hervorgehen.

durch Blut- und Chylusgefässe.

Durch Blut- und Chylusgefässe werden Wasser, Zucker, Albuminate und Salze resorbirt.

Mengenverhältnisse der Resorption der einzelnen Nahrungsstoffe.

Ueber die Frage, wieviel der gesammte Darmcanal von den einzelnen Nahrungsstoffen innerhalb eines gewissen Zeitraumes, z. B. innerhalb 24 Stunden aufnehmen kann und wie sich das Verhältniss der Resorptionsfähigkeit für die verschiedenen Nahrungsstoffe und Nahrungsbestandtheile gestaltet, sind vielfache Versuche angestellt.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich für die Resorptionsfähigkeit der Nahrungsstoffe folgende, von den grösseren zu den kleineren Werthen absteigende Reihe:

Wasser. Von Wasser können viele Pfunde resorbirt werden, wie die tägliche Erfahrung lehrt und es auch nach dem Verhalten des Wassers zu thierischen Membranen leicht erklärlich ist. Das Wasser concentrirter Lösungen dagegen, besonders solcher Salze, welche nur schwierig die thierischen Membranen durchdringen (schwefelsaure Salze z. B.)

verlässt langsamer die Darmhöhle, da es durch seine Verwandtschaft zum Salze zurückgehalten wird und nur in dem Maasse resorbirt werden kann, in welchem die Lösung durch Uebertreten von Salz an Concentration verliert.

Zucker. Auch Zucker kann täglich pfundweise resorbirt werden, namentlich wenn nicht zu viel auf einmal von diesem Stoffe aufgenommen wird, sondern die Einverleibung in dem Maasse geschieht, als er resorbirt wird. Diese Verhältnisse sind aber bei der Verdauung von Amylaceïs gegeben. Die Resorption des Zuckers wird dadurch sehr befördert, dass er auf der ganzen Darmfläche durch Blut- und Chylusgefässe resorbirt werden kann und aus dem Blute selbst wieder, sei es durch Umsetzung oder durch Ausscheidung, verschwindet.

Albuminate. Auch diese können täglich bis zu einem Pfunde und darüber resorbirt werden. In welcher Weise die Resorption derselben erfolgt, ist in zweifacher Beziehung noch controvers. Es ist nämlich noch keineswegs endgültig entschieden, ob dieselben nur von den Chylusgefässen aufgesaugt werden können, oder ob sie wenigstens zum Theil direct ins Blut übergehen und andererseits hat man bestritten, dass die Albuminate vor ihrer Resorption nothwendig in Peptone umgesetzt werden müssen. Es ist nicht zu leugnen, dass es unserem teleologischen Instincte widerstrebt, anzunehmen, dass die Natur eine Substanz so wesentlich verändern sollte, nur um sie jenseits der Chylusgefässe wieder in die ursprüngliche zurückzuverwandeln und nur um sie resorptionsfähig zu machen; es kann ferner nach den vorliegenden Beobachtungen kaum bezweifelt werden, dass für in wässeriger gewöhnlicher Lösung befindliche Albuminate, eine solche Umwandlung für ihre Resorption keineswegs unumgänglich erscheint, allein andererseits ist es ebenso gewiss, dass die Resorbirbarkeit der Peptone eine viel bedeutendere ist, als jene der unveränderten Albuminate, sowie dass in den Auflösungen der geronnenen und organisirten Albuminate, sowie sie durch die Verdauungsflüssigkeiten bewirkt werden, kein unverändertes Albuminat mehr enthalten ist. Wer also den Uebergang dieser Albuminate in Peptone im Verdauungscanal leugnen will, hätte zuerst eine andere Form ihrer Lösung zu beweisen, er hätte zu beweisen, dass durch Magensaft geronnene und organisirte Albuminate als solche aufgelöst werden können (vergl. S. 455).

Fette. Die Aufsaugung der Fette ist innerhalb engerer Grenzen eingeschlossen, wie jene der bis nun abgehandelten Nahrungsstoffe. Dies erklärt sich schon aus dem Mechanismus und der beschränkten Localität der Fettresorption. Nach den Beobachtungen, die Berthe an sich selbst angestellt hat, sind aber nicht alle Fette gleich leicht resorbirbar. Von Leberthran, Butter und anderen thierischen Fetten können, wenn sie einer gemischten Nahrung zugesetzt werden, bis zu 50, meist aber nur etwa 30 Grm. in 24 Stunden resorbirt werden, während von Mandel-, Oliven- und Mohnöl täglich nur etwa 20 Grm. und weniger resorbirt wurden. Ludwig macht mit Recht darauf aufmerksam, dass diese

Zahlen gegen bekannte Erfahrungen bei nördlichen Völkern bedeutend abstechen und daher jedenfalls nur subjective Geltung beanspruchen können.

Anorganische Salze. Unter diesen steht allen an Resorbirbarkeit das Kochsalz voran, welches bis zu 30 Grm. täglich resorbirt werden kann (Kaupp); dem Kochsalz zunächst steht das phosphorsaure Natron, von welchem nach Sick's Versuchen etwa 12 Grm. täglich resorbirt werden können. Von den Alkalisalzen ist das schwefelsaure Alkali am wenigsten resorbirbar; es werden von ihm nur etwa 6 Grm. täglich resorbirt. Eine noch zu erledigende Frage ist es, ob alkalische Erden an Phosphorsäure gebunden, die durch die Säure des Magensaftes gelöst sind, an und für sich resorbirt werden können; da Blut und Chylus alkalisch reagiren, so sollte man denken, dass sie an den Grenzen dieser Flüssigkeiten wieder niedergeschlagen werden müssten. Es müsste denn sein, dass sie im Darmcanal noch eigenthümliche Verbindungen eingingen, in welchen sie auch in alkalischen Flüssigkeiten löslich wären. Thatsache ist es, dass dem Futter eines Kalbes beigemengte phosphorsaure alkalische Erden reichlich resorbirt wurden (J. Lehmann).

Gummi scheint nach den Beobachtungen von Boussingault gar nicht resorbirbar zu sein. Auch Busch fand nach Aufnahme von Gummi durch den Mund, nur sehr wenig desselben bis zum oberen Drittheil des Dünndarms verschwunden.

Im Allgemeinen ist die Resorption des Nahrungsbreies auch abhängig von der Aufenthaltsdauer desselben im Darmcanale. Diese aber hängt ihrerseits wieder ab von der Bewegung des Darms und von dem Widerstande, welchen die Consistenz des Breies der Fortschaffung entgegensetzt. Unter normalen Verhältnissen ist durch den Mechanismus und die Art der Verdauung dafür gesorgt, dass das Verweilen des Chymus im Darmrohr kein zu kurzes und die Abnahme seiner Consistenz keine zu bedeutende ist.

Bilanz der Einnahmen und Ausgaben der thierischen Oekonomie.

Chemische Statik der Ernährung.

Als das Endziel aller physiologischen Forschung im Gebiete der Ernährung müssen wir unter allen Umständen ansehen: die Bedingungen festzustellen, unter welchen der Mensch oder ein bestimmtes Thier am zweckmässigsten, d. h. mit dem möglichst geringen Aufwande und mit den geeignetsten Mitteln ernährt, oder auf einen bestimmten und im gegebenen Falle gewünschten Ernährungszustand gebracht wird. Dieses Ziel ist aber noch nicht erreicht und es wird erst dann erreicht werden können, wenn eine Reihe von Vorfragen zur definitiven Erledigung gekommen sein wird. Die wichtigsten und nächstliegenden dieser Fragen sind folgende:

1) Wieviel betragen die Ausgaben des Körpers unter verschiedenen Lebensbedingungen und in einer gegebenen Zeit, wie vertheilen sie sich auf Haut und Lunge, Darm und Nieren und wovon ist ihr Betrag im Allgemeinen und ihr Wechsel in der Vertheilung abhängig, unter welchen Bedingungen findet eine allgemeine oder einseitige Steigerung oder eine allgemeine oder einseitige Verminderung derselben statt? Die betreffenden Werthe sind natürlich für jede Thierspecies und für den Menschen besonders zu ermitteln und auf einen allgemeinen Ausdruck zurückzuführen.

Zu erledigende Fragen.

2) Wieviel müssen die Einnahmen betragen, um die Ausgaben völlig zu decken und das Körpergewicht unverändert zu erhalten, sonach den Gleichgewichtszustand zu erhalten, unter welchen Bedingungen wird der letztere gestört, wie gestalten sich die Ausgaben bei unzulänglicher oder gänzlich fehlender Einnahme, wann nimmt das Körpergewicht ab und auf Kosten welcher Körperbestandtheile erfolgt unter bestimmten Voraussetzungen diese Abnahme?

3) Unter welchen Bedingungen erfolgt Ansatz, d. h. eine Gewichtsvermehrung bestimmter Organe und Körperbestandtheile und wodurch wird bei allgemeiner Zunahme des Körpergewichts, dieselbe hervorgerufen, wodurch kann man einen einseitigen Ansatz des Fettes, des Fleisches, der Knochen u. s. w. bewirken?

So wie die Sache gegenwärtig liegt, ist durch eine ganze Reihe mühevoller, ausdauernder und gewissenhafter Untersuchungen, unter welchen die von Bidder und Schmidt (1852), von Bischoff und Voit (1860), von Pettenkofer u. C. Voit (1862 bis 1866) und endlich von Henneberg u. Stohmann (1864) die umfassendsten sind, wenig mehr als ein Anfang zur Beantwortung aller dieser Fragen gemacht, so wichtige Folgerungen man immerhin auch jetzt schon aus ihnen ziehen kann.

Wenn man sich die enormen Schwierigkeiten, welche sich der Lösung der Aufgabe entgegenstellen, nur einigermaassen vergegenwärtigt, so kann dies nicht befremden. Es handelt sich hier vor Allem um Zahlen, die alles oder nichts beweisen, letzteres in allen den Fällen, wo sie entweder nicht als allgemein gültiger, wenn auch nur annähernder Ausdruck der Wahrheit angesehen werden können, oder wo sie selbst für einen bestimmten gegebenen Fall unzuverlässig erscheinen.

Die bisherigen Untersuchungen sind Vorarbeiten zur Erledigung dieser Fragen und meist an Thieren angestellt.

In der Physiologie wird es immer als eine Sache von grösster Wichtigkeit angesehen werden müssen, das stoffliche Leben, wie es sich im menschlichen Organismus gestaltet, entweder direct zu erforschen, oder die an Thieren angestellten Versuche so einzurichten, dass die erlangten Ergebnisse auf den Menschen übertragen werden können, denn es ist doch die hervorragendste praktische Bedeutung der Physiologie, dem wissenschaftlichen Arzt in seiner ihm gestellten Aufgabe als Leuchte zu dienen.

Die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels aber am Menschen direct zu studiren, ist eine Aufgabe, die mit den bislang zu Gebote stehen-

den Hülfsmitteln, nicht mit Aussicht auf einigen Erfolg zu unternehmen war; es beziehen sich daher gerade diejenigen Untersuchungen, die an und für sich die werthvollsten und umsichtigsten sind, auf Thiere, deren Ernährungsverhältnisse von jenen des Menschen, mehr oder weniger abweichen und daher nur innerhalb gewisser Grenzen, Rückschlüsse auf den menschlichen Organismus zulassen. Aber selbst bei Thieren ist es keine einfache Aufgabe, die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels und ihre Abhängigkeit von gewissen Einflüssen zu bestimmen, da das Versuchsergebniss immer die Resultirende einer grossen Zahl von Einwirkungen ist.

Es bedarf nach dem Gesagten wohl keiner weiteren Auseinandersetzung, dass die im Gebiete der Stoffwechselstatistik noch zu lösenden Aufgaben, auf viele Jahre hinaus die vereinten Kräfte der Physiologen in Anspruch nehmen müssen, und dass hier ein Feld von grösster Ausdehnung zur Bebauung vorliegt.

Alle vor Pettenkofer u. Voit angestellten Untersuchungen über das Verhältniss der Ausgaben des Thierorganismus zu seinen Einnahmen, konnten schon aus dem Grunde nur mit Vorsicht benutzt werden, weil den Versuchsmethoden, sowie der Berechnung der erhaltenen Resultate sehr wesentliche Mängel anklebten. Entweder nöthigten die Methoden das Versuchsobject, unter ungewöhnlichen und beengenden Umständen zu athmen und zu perspiriren, oder sie beschränkten sich auf die directe Bestimmung der aufgenommenen Nahrung und der Ausgaben durch Nieren und Darm, während der in der Respiration aufgenommene Sauerstoff unberücksichtigt blieb und die Ausgaben durch Lunge und Haut nur Differenzwerthe waren, in denen sich natürlich alle directen Beobachtungsfehler geltend machen mussten, ganz abgesehen davon, dass sie natürlich keinen Aufschluss darüber geben konnten, wie sich die Ausgaben durch Haut und Lunge vertheilten und wie viel davon Kohlensäure und wie viel Wasser gewesen war. Noch unsicherer wurden diese Differenzwerthe dadurch, dass die Elementarzusammensetzung der Nahrung, namentlich des Fleisches und Fettes sowie der Darmausscheidung nicht für jeden einzelnen Versuch besonders ermittelt, sondern nach ein für allemal gefundenen Zahlen für die verschiedenen Nahrungs- und die ihnen entsprechenden Kothsorten, allen weiteren Berechnungen als unveränderlicher Werth zu Grunde gelegt war. Aber auch bei jenen Untersuchungen, bei welchen die Ausgaben durch Haut und Lungen direct gefundene Werthe waren, wurde die Grenze der Genauigkeit der Resultate, welche die Apparate lieferten, nicht durch sichere Controlversuche bestimmt.

So lange endlich die Frage, ob aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wieder erscheine, oder ob, wie es vielfach behauptet wurde, Stickstoff auch durch Haut und Lungen austreten könne, völlig controvers war, blieb bei allen Stoffwechseluntersuchungen der Stickstoffgehalt des Harns und Koths ein ganz unsicherer Factor bei der Berechnung des Umsatzes der Gewebe, ja er war dann dafür ohne allen Werth.

Erst durch die Construction des ebenso sinnreichen als grossartigen Pettenkofer'schen Respirationsapparates, der alle gasförmigen Einnahmen und Ausgaben des, während des Versuchs unter völlig normalen Verhältnissen sich befindenden Versuchsorganismus, mit einer durch exacte Controlversuche gewährleisteten Schärfe zu bestimmen gestattet und nachdem durch C. Voit, J. Ranke, Jul. Lehmann und W. Henneberg für Thiere und Menschen, der Nachweis geliefert war, dass, wenn die Ernährungsversuche nur so lange fortgesetzt werden, bis sich der Versuchsorganismus mit der Nahrung ins Gleichgewicht gesetzt hat, wirklich sämmtlicher Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wieder erscheine und das vielberufene Stickstoffdeficit nicht existire, es sonach ermöglicht war, diesen einen Factor mit seinem vollen Werthe in die Rechnung einzusetzen, — sind die Vorbedingungen so weit erfüllt, um mit einiger Aussicht auf sichere Erfolge, an die zu lösenden Aufgaben herantreten zu können.

Obgleich wir in diesem Werke die Beschreibungen der experimentellen Methoden, die uns vielfach in das Gebiet der reinen Physiologie führen müssten, schon des Raumes wegen, der durch die chemischen Thatsachen bereits sehr ausgiebig in Anspruch genommen ist, grundsätzlich vermieden haben, so müssen wir doch bezüglich des Pettenkofer'schen Respirationsapparates eine Ausnahme machen, da er berufen scheint, in der ferneren Entwickelung der Ernährungslehre eine wichtige Rolle zu spielen und bereits zu sehr wichtigen Versuchsreihen an Menschen und Thieren benutzt ist.

Pettenkofer'scher Respirationsapparat.

Der Pettenkofer'sche Respirationsapparat, wie er im Münchener physiologischen Institut aufgestellt und in Thätigkeit ist, besteht aus einem würfelförmigen eisernen Kasten (Taf. I. *a*) von 8′ Seitenlänge mit eiserner Thür, Oberlicht und Seitenfenster, also aus einem kleinen Salon, in welchem ein Tisch, Bett und Stuhl Platz finden können und noch einiger Raum zum Auf- und Abgehen übrig bleibt. Dieser Salon ist in einem grösseren Zimmer aufgestellt. Die Thür hat zwei, durch Rosetten verschliessbare Oeffnungen, durch welche der äusseren Luft Zutritt verschafft werden kann. Der Luftwechsel wird durch ein Pumpwerk: zwei Saugcylinder mit Klappenventilen und regulirbarer Hubhöhe vermittelt (Taf. II. *a*), welcher die Luft aus dem Apparate entfernt, während die äussere durch die Rosetten und Fugen desselben in selbem Maasse nachströmt. Da ein Mensch in dem Apparate 24 Stunden lang zubringen, nach den neueren Erfahrungen aber, der stündliche Luftwechsel für die Person nicht unter 60 C. M. betragen soll, so ist der Luftwechsel im Apparate so geregelt, dass er stündlich 15 bis 75 C. M. Luft betragen kann. Auch bei der stärksten Ventilation ist darin keine Zugluft wahrnehmbar und eine Kerzenflamme brennt ganz ruhig, andererseits ist aber der Luftstrom stark genug, um keine Kohlensäure durch Diffusion nach aussen entweichen zu lassen. In der, der Thür gegenüberliegenden Wand des eisernen Salons befinden sich zwei Oeffnungen, eine oben, die andere unten: die Mündungen zweier weiter Röhren (Taf. I. *a* u. *b*), die sich ausserhalb des Kastens, bald zu einer vereinigen (Taf. I. *c*) und durch welche die Luft aus dem Apparate gesogen wird. Dieselbe wird, nachdem ein genau messbarer Theil derselben, durch eine sich abzweigende Röhre (Taf. I. *d*) den Absorptionsapparaten für Wasser und Kohlensäure und gewissen zur Bestimmung des Wasserstoffs und des Grubengases dienenden Vorrichtungen (Taf. *E*) zugeführt

ist, — nachdem sie mit Wasserdampf gesättigt ist, durch eine Clegg'sche Gasuhr (Taf. I. *C*) geleitet, welche ihr Volumen genau angiebt und gelangt von da, durch ein sich öffnendes Klappenventil in die Saugcylinder, welche beim Niedergehen dieselbe durch vier, in den Deckeln angebrachte Kautschukventile (Taf. II. *a*) entweichen lassen. Der Betrag der Ventilation im Apparat wird durch die Hubhöhe und Hubzahl der Saugcylinder bedingt und letztere wird durch einen Regulirungsapparat vermittelt (Taf. II. *B*), der im Wesentlichen ein kräftiges Uhrwerk ist. Das Uhrwerk und mithin die ganze Vorrichtung wird durch eine kleine, sich selbst regulirende Dampfmaschine (Taf. II. *C*) in Bewegung gesetzt. Um einer wesentlichen Bedingung der Richtigkeit der Gasmessungen mit der Gasuhr: den Wasserstand in der Gasuhr gleich zu erhalten, zu genügen, tritt die Luft, nachdem das Versuchsrohr abgezweigt ist, in einen, mit grossen mit Wasser beständig getränkten Bimssteinstücken gefüllten Befeuchtungsapparat (Taf. I. *B*), in welchem sie sich mit Wasser vollkommen sättigt, so dass aus der Gasuhr keines mehr abdunsten kann und dann erst in dieselbe. Das Volumen der aus demApparate austretenden Luft ist, wenn darin ein Mensch oder ein Thier athmete, etwas geringer als jenes der einströmenden, wie es denn auch längst bekannt ist, dass das Volumen der exspirirten Luft etwas kleiner ist als jenes der inspirirten. Der Grund ist in beiden Fällen derselbe, weil nämlich der Sauerstoff nicht lediglich zur Bildung von Kohlensäure, welche ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff enthält, sondern auch zur Bildung von Wasser und anderen Sauerstoffverbindungen im Körper verwendet wird; doch ist diese Verminderung so unbedeutend, dass sie auch bei einer Ventilation von nur 10 C. M. per St. vernachlässigt werden kann. Die aus dem Salon in das Hauptrohr tretende Luft wird vor dem Befeuchtungsapparate und der grossen Gasuhr, durch eine Abzweigung (Taf. I. *d*), zunächst in einen vorher genau gewogenen, mit Schwefelsäure halb gefüllten zweckmässig geformten Kugelapparat (Taf. I. *e*) und von da in eine U-Röhre geleitet, welche mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein enthält und durch diese beiden Apparate ihr Wassergehalt bestimmt. Von hier aus wird die Luft in eine kleine Quecksilber-, Saug- und Druckpumpe (Taf. I. *f*) gesaugt, deren Bewegung durch eine Verbindungsstange von dem grossen Haupt-Saugapparat aus geregelt wird und von da, durch die Wirkung der Pumpe in eine U-Röhre gedrückt (Taf. I. *g*), in welcher sich mit Wasser befeuchteter Bimsstein befindet; von hier aus geht sie in kleinen, leicht zu regulirenden Blasen durch zwei, mit titrirtem Barytwasser gefüllte, geneigt liegende Glasröhren (Taf. I. *h*), welche zur vollständigen Absorption der Kohlensäure hinreichen. Die Luft durch die Kohlensäureabsorptionsröhren durch eine eigene Vorrichtung zu drücken und nicht zu saugen, schien deshalb geboten, weil die Erfahrung lehrte, dass bei Anwendung der Suction, in Folge der dann nach innen gerichteten Diffusionsströmung der äusseren Luft es sehr leicht geschieht, dass durch die geringsten Undichtheiten der Verbindungsstellen etwas Kohlensäure aus der äusseren Luft in die Absorptionsröhren gelangt und die Kohlensäurebestimmung ungenau macht. Aus den Kohlensäureabsorptionsröhren gelangt die nun kohlensäurefreie und mit Wasserdampf gesättigte Luft, in eine kleine Gasuhr (Taf. I. *D*), wo sie gemessen wird und dann entweicht.

Zur Bestimmung des Wasser- und Kohlensäuregehaltes der äusseren, dem Salon zugeführten Luft saugt eine der vorerwähnten vollkommen gleiche und neben ihr stehende Saug- und Druckpumpe, Luft aus einer möglichst engen Glasröhrenleitung (Taf. I. *i*), welche über den Respirationssalon weg, nach der Aussenseite seiner Thür geht, wo sie sich nach zwei Seiten derselben abzweigt. Die Wasser-, Kohlensäure- und Volumensbestimmung dieser Luft geschieht, genau in der oben beschriebenen Weise, mittelst Schwefelsäureapparaten, Kohlensäureabsorptionsröhren, Befeuchtungsvorrichtung und einer kleinen Gasuhr. Von den zwei kleinen Saug- und Druckpumpen saugt die eine, bei jedem Hube einen Bruchtheil der Luft, wie

sie in den Apparat einströmt, die andere in gleicher Weise aus dem Untersuchungsrohr einen Bruchtheil der Luft, wie sie aus dem Respirationsraume fortgeht. Beide Pumpen gehen in jeder Minute 10 mal und man stellt die Hubhöhe so, dass jeder Hub zwischen 8 und 9 C.C. Luft befördert. Man erhält also in jeder Minute 10 Proben der ein- und 10 Proben der abströmenden Luft.

Die Bestimmung der Kohlensäure geschieht durch Zurücktitriren des in den Kohlensäureabsorptionsröhren befindlichen Barytwassers mit einer titrirten Oxalsäurelösung und gestattet eine Genauigkeit bis auf 0,1 Milligr.

Die zur Absorption dienenden Apparate, sowie die Quecksilberdruckpumpen sind auf Taf. III besonders in grösserem Maassstabe abgebildet. Die einzelnen Theile sind wie folgt bezeichnet:

a u. *a'* Schwefelsäure-Kugelapparate; *b* u. *b'* Quecksilberdruckpumpen; *c* Verbindungsstange mit dem grossen Saugapparat; *d* u. *d'* U-Röhren, mit feuchtem Bimsstein; *e* u. *e'*, *f* u. *f* Barytwasserabsorptionsröhren; *g* u. *g'* Leitungsröhren zu den kleinen Gasuhren. Die Verbindung der einzelnen Theile ergiebt sich ohne weiteres aus der Zeichnung; die Zeiger mit den Kreisbogen dienen dazu, den Absorptionsapparaten die richtige Neigung und dem Gasstrome die erforderliche Regulation zu geben.

Zur Bestimmung des Wasserstoffs und des Grubengases der äusseren und der aus der Respirationskammer kommenden Luft, zweigt man von den Leitungen, welche die Luft nach den Saug- und Druckpumpen führen, je ein Rohr ab, welches mit einer eben solchen Pumpe in Verbindung steht. Dieselbe wird vom gleichen Mechanismus, wie die beiden übrigen bewegt und ist mit den gleichen Apparaten für Wasser- und Kohlensäurebestimmung in Verbindung. Die abgezweigte Luftprobe strömt, bevor sie mit der Schwefelsäure in Berührung kommt, durch eine kleine mit Platinschwamm gefüllte Verbrennungsröhre, die während des Versuchs durch Gasflammen glühend erhalten wird. Die so erhaltene Wasser- und Kohlensäuremenge, minus der aus einem gleichen Volumen der ungeglühten Luft erhaltenen, wird auf Wasserstoff und Grubengas berechnet. In der in den Apparat einströmenden Luft ist weder Wasserstoff, noch ausser Kohlensäure eine andere Kohlenstoffverbindung enthalten. 232336 und 228516 Liter Luft lieferten durch Glühen 6,8 und 9,2 Grm. Wasser, was 0,75 und 1,02 H entspricht und wohl auf die Verbrennung organischen Staubes etc. zurückzuführen ist.

Bei der Berechnung der Luftvolumina wird natürlich auf die Temperatur, die Dampftension u. s. w. geeignete Rücksicht genommen und eingeschaltete Manometervorrichtungen gestatten in jedem Augenblick, die etwaigen Druckschwankungen zu erkennen. Sie sind bei regelmässigem Gange der Maschine, sehr unbedeutend und rechtfertigen den Schluss, dass der Luftdruck in der Respirationskammer dem äusseren gleich ist.

Von grösster Bedeutung für die Anwendbarkeit des Apparates sind die über die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit desselben angestellten Controlversuche. Es wurden zu diesem Behufe von Pettenkofer in der Respirationskammer in fünf Versuchen Stearinkerzen verbrannt, deren Kohlenstoff und Wasserstoff durch die Elementaranalyse bestimmt war. Sie brannten bis zu 10 Stunden und lieferten zusammen 2000,0 Grm. Kohlensäure, während die Berechnung 2005,5 Grm. verlangte; der grösste Fehler lieferte noch nicht 1 Proc. und die durchschnittliche Genauigkeit ergab sich zu 0,3 Proc. Für die Controle der Wasserbestimmung wurde Weingeist von bekannter Zusammensetzung verbrannt und zum Theil auch zugleich Wasser verdunstet. Diese Controlversuche ergaben wegen der hygroskopischen Eigenschaften der Wände etc. der Kammer ein Deficit, welches aber mit der Dauer des Versuchs immer kleiner wurde. Bei achtstündiger Dauer des Versuchs fehlten von 540 Grm. entwickeltem Wasser 6,4 Proc., bei 12stündiger

Dauer von 756,1 Grm. 3,6 Proc., bei 24stündiger Dauer von 1423 Grm. 1,5 Proc. Die einzige indirecte Bestimmung ist jene des aufgenommenen Sauerstoffs, während alle übrigen direct gefundene Werthe sind. Die Sauerstoffeinnahme wird nämlich aus der Menge des gelieferten Wassers und der Kohlensäure berechnet. Bei den Controlversuchen mit den Stearinkerzen wogen in einem Versuche, die gefundene Kohlensäure und das gefundene Wasser um 281,4 Grm. mehr, als das verbrannte Stearin, was als aufgenommener Sauerstoff in Rechnung kommt. Nach der Elementaranalyse bedurfte die verbrannte Stearinmenge 276 Grm. Sauerstoff zur Verbrennung.

Man sieht leicht, dass der Pettenkofer'sche Apparat zur Lösung die verschiedensten Ernährungsverhältnisse betreffender Fragen benutzt werden kann. Er gestattet eine genaue Bestimmung der gasförmigen Ausscheidungen durch Haut und Lungen bei Menschen und Thieren, der Vertheilung der Ausgaben auf Nieren und Darm einerseits und auf Haut und Lunge andererseits und endlich direct vergleichende Untersuchungen über das Verhältniss der Einnahmen des Versuchsorganismus zu den Ausgaben desselben. Alle bei derartigen Untersuchungen in die Rechnung einzustellenden Werthe, mit Ausnahme des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs, können direct bestimmt werden und der Versuchsorganismus befindet sich, während der ganzen Dauer des Versuchs in völlig normalem Zustande.

Als Beleg für das Gesagte geben wir das Resultat einer von Pettenkofer u. C. Voit ausgeführten Untersuchung über die Bilanz der Einnahmen und Ausgaben des Hundes bei Fleischnahrung. Die auf Grund dieser Untersuchung von Pettenkofer und C. Voit aufgestellte Gleichung für den Stoffwechsel in 24 Stunden, ist die erste, ohne Zuhülfenahme von Hypothesen entwickelte und daher von besonderem Werthe.

Die für die Gleichung benutzten, durch den Versuch bestimmten Werthe waren nachstehende:

1) Gewicht des Hundes;
2) Gewicht des sorgfältig von Fett, Sehnen und Bindegewebe befreiten Fleisches;
3) Gewicht des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs;
4) Gewicht des Harns und des Kothes;
5) Gewicht der in der Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure- und Wassermengen;
6) Gewicht des in der Perspiration ausgeschiedenen Grubengases und Wasserstoffs;
7) Bestimmung des Harnstoffs im Harn;
8) Gewicht des Harnrückstandes und der mit dem Harn ausgeschiedenen Salze;
9) Gewicht des Kothrückstandes und der mit dem Koth ausgeschiedenen Salze;
10) Bestimmung des Wassergehalts und der Trockensubstanz des Fleisches;

11) Elementaranalyse des Fleisches sowie des Harnrückstandes und des Kothes.

Hierzu ist zu bemerken, dass nach den Erfahrungen von C. Voit, die Liebig'sche Methode der Harnstoffbestimmung, den Gesammtstickstoffgehalt des Harns richtig angiebt, da wie es scheint, das Stickstoffäquivalent der geringen Mengen von Kreatinin, Harnsäure und Kynurensäure, der Quecksilberoxydlösung gegenüber sich ebenso verhält, wie das Stickstoffäquivalent des Harnstoffs.

Der Ernährungsmodus des 33 Kilogrm. schweren, kräftigen und munteren Hundes bestand in Fütterung mit 1500 Grm. Fleisch täglich. Bevor die regelmässigen Fütterungsversuche begannen, wurden bei Fütterung mit 1385 Grm. gemischtem Hundefutter (Küchenabfälle aus Fleisch, Brot, Kartoffeln, Knochen, Suppen etc.) die Perspirations- und anderen Ausgaben des Thieres, sowie die Einnahmen an Sauerstoff bestimmt. Darauf wurde das Thier, 25 Tage lang täglich mit 1500 Grm., nach Voit's Methode von Fett, Sehnen und Bindegewebe befreiten Fleisches gefüttert. Von diesen 25 Tagen brachte es 5 Tage im Respirationsapparate zu und zwar den 1., 5., 9., 13. und 18. Tag. . Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Versuche und am Schlusse, das Mittel der Versuche 4, 5 und 6, welches der, alsbald zu entwickelnden Stoffwechselgleichung zu Grunde gelegt ist. Alle Gewichtsangaben sind in Grammen zu verstehen.

Datum	Nahrung	Körpergewicht		Ausgaben in Grm.						Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	Auf 100 O aus der Luft in CO_2 enthalten
		vor dem Versuch	nach dem Versuch	Harn	Koth	Kohlensäure	Wasser	Grubengas	Wasserstoff		
11. Febr. 1863	1385 Grm. Hundefutter	34330	33963	978	87,9	554,4	558,9	2,1	—	429,3	93,9
16. „ „	1500 Grm. Fleisch	33890	33713	881	90,4	595,6	621,2	2,6	—	513,8	84,7
20. „ „	1500 „ „	33370	33413	1020	—	554,8	397,0	2,0	—	516,8	78,0
23. „ „	1500 „ „	33590	33557	1099	—	545,5	369,5	0,8	3,4	485,2	81,7
27. „ „	1500 „ „	33140	33171	1061	—	539,4	343,4	2,6	0,7	478,1	82,2
4. März „	1500 „ „	33250	33272	1064	—	529,8	351,4	1,3	—	468,5	82,2
Mittel der drei letzten Versuche	1500 „ „	—	—	1075	40,7	538,2	354,8	1,6	1,4	477,2	82,0

Erst nach dem dritten Versuche zeigte sich das Thier völlig im Gleichgewichte, zwischen der Aufnahme von Stickstoff im gefütterten Fleische und der Abgabe von Stickstoff, in Harn und Koth und blieb sich nun in dieser Beziehung gleich bis zum Schlusse der Versuchsreihe. Die Versuche 4, 5 und 6 sind deshalb den nachfolgenden Betrachtungen zu Grunde gelegt.

Vergleichen wir nun die Einnahmen mit den Ausgaben, so wie sie im Ganzen bestimmt sind, so haben wir für 24 Stunden.

An Einnahmen:		An Ausgaben:	
Fleisch	1500 Grm.	Harn	1075,0 Grm.
Sauerstoff aus der Luft	477,2 „	Koth	40,7 „
Summa	1977,2 Grm.	Kohlensäure. .	538,2 „
		Wasser . . .	354,8 „
		Grubengas . .	1,6 „
		Wasserstoff . .	1,4 „
		Summa	2011,7 Grm.

Zerlegen wir aber Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so erhalten wir aus den, von Pettenkofer und Voit ausgeführten Analysen folgende Werthe:

A. Für die Einnahmen:

1500 Grm. Fleisch enthalten . . . . 187,8 Grm. Kohlenstoff
„ „ „ „ . . . . 152,45 „ Wasserstoff
und zwar 25,95 Grm. in der Trockensubstanz
und . . 126,50 „ im Wasser des Fleisches
1500 Grm. Fleisch enthalten ferner . . . . 51,0 Grm. Stickstoff
„ „ „ „ „ . . . . 1089,25 „ Sauerstoff
und zwar 77,25 Grm. in der Trockensubstanz des Fleisches
und . . 1012,0 Grm. im Wasser des Fleisches.
Dazu aus der Luft aufgenommen . . . . 477,2 Grm. Sauerstoff
Daher Gesammteinnahme für Sauerstoff . . . . . 1566,45 „

B. Für die Ausgaben:

1075 Grm. Harn mit 107,9 Grm. Harnstoff, 152,2 Grm. Trockenrückstand, 16,3 Grm. Salzen; nach Abzug des Harnstoffs und der Salze vom Gesammtrückstand, bleiben für sonstige Harnbestandtheile 28 Grm., welche den angestellten Analysen zufolge 9,6 Grm. Kohlenstoff, 2,5 Grm. Wasserstoff und 15,9 Grm. Sauerstoff enthalten.

40,7 Grm. feuchter Koth entsprechen nach der Analyse 11,2 Grm. trockenem, mit 4,9 Grm. Kohlenstoff, 0,7 Grm. Wasserstoff, 0,7 Grm. Stickstoff, 1,5 Grm. Sauerstoff und 3,4 Grm. Salzen.

Wir haben daher für die Ausgaben

Kohlenstoff:	21,6 Grm.	im Harnstoffe
	9,6 „	in sonstigen Harnbestandtheilen
	4,9 „	im Kothe
	146,7 „	in der Kohlensäure der Perspiration
	1,2 „	im Grubengase der Perspiration
	Summa 184,0 Grm.	

Wasserstoff:	7,2	Grm.	im Harnstoff
	2,5	„	in sonstigen Harnbestandtheilen
	102,5	„	im Wasser des Harns
	0,7	„	im trockenen Kothe
	3,2	„	„ Wasser des Kothes
	39,4	„	„ Wasser der Perspiration
	0,4	„	„ Grubengase der Perspiration
	1,4	„	„ Wasserstoff der Perspiration
Summa	157,3	Grm.	

Stickstoff:	50,4	Grm.	im Harn
	0,7	„	„ Kothe
Summa	51,1	Grm.	

Sauerstoff:	28,8	Grm.	im Harnstoff
	15,9	„	in sonstigen Harnbestandtheilen
	820,3	„	im Wasser des Harns
	1,5	„	„ trockenen Kothe
	26,3	„	„ Wasser des Kothes
	391,5	„	in der Kohlensäure der Perspiration
	315,4	„	im Wasser der Perspiration
Summa	1599,7	Grm.	

Salze:	16,3	Grm.	im Harn
	3,4	„	„ Kothe
Summa	19,7	Grm.	

Stellt man nun Einnahmen und Ausgaben gegenüber, so ergiebt sich folgende Bilanz:

	Einnahme	Ausgabe
Kohlenstoff	187,8	184,0
Wasserstoff	152,5	157,3
Stickstoff.	51,0	51,1
Sauerstoff	1566,4	1599,7
Salze	19,5	19,7
Summa	1977,2	2011,8
	Differenz:	34,6 Grm.

Das Plus in der Ausgabe beträgt also nicht einmal ganz 35 Grm., nicht ganz 1 Proc. des Gesammtgewichts der Einnahmen und Ausgaben. Dieses Plus ist überdies, wie Pettenkofer und Voit zu glauben geneigt sind, auf Kosten einer geringen Wasserabgabe zu setzen, was dadurch wahrscheinlich wird, weil die Zunahme von Wasserstoff und Sauerstoff, für beide Elemente nahezu in dem nämlichen Verhältniss erfolgt ist, in welchem sie Wasser bilden (der gefundene Ueberschuss von Sauerstoff verlangt 38,4 Grm. Wasserstoff, während 33,4 Grm. Wasserstoff mehr in den Ausgaben gefunden wurden) und weil, wenn von dem thatsächlichen

Körpergewicht, die mittlere tägliche Kothmenge abgezogen wird, sich für das Thier allerdings eine Gewichtsabnahme von etwa 34 Grm. ergiebt.

Das geringe Minus von 3,8 Grm. Kohlenstoff sind dagegen Pettenkofer u. Voit geneigt, auf eine geringe Fettbildung aus Fleisch zu beziehen. Jedenfalls aber geht aus dieser interessanten Untersuchung mit voller Bestimmtheit hervor, dass das Thier seinen ganzen Stoffwechsel innerhalb 24 Stunden, mit dem gefütterten Fleische bestritt und dass sich beim Hunde, mit Fleischnahrung allein ein Körperzustand herstellen lässt, bei welchem genau ein Aequivalent der Nahrung, dem Stoffwechsel verfällt und die täglich genossene Nahrung auch wirklich umgesetzt wird.

Das Versuchsresultat liefert endlich einen weiteren Beweis, dass der Sauerstoff der Luft, welcher durch die Lungen eingeathmet und aufgenommen wird, obgleich indirect bestimmt, dennoch mit Schärfe gefunden wird. Zieht man nämlich von der Gesammtausgabe an Sauerstoff den im Fleische enthaltenen, plus dem hypothetisch als Wasser ausgetretenen ab, so erhält man fast genau dieselbe Zahl, nämlich 478,5 für 477.

Stoffwechsel beim Hungern.

Verhältniss der Ausgaben bei hungernden Thieren. Aus den übereinstimmenden, an verschiedenen Thieren angestellten Beobachtungen von Chossat, Bidder und Schmidt, Bischoff und Voit geht hervor, dass das Thier beim Hungern fortwährend an Gewicht verliert, indem es bis zu seinem Tode Harnstoff Kohlensäure und Wasser ausscheidet, sonach von seinem eigenen Fleische und Fette zehrt. Nach den neuesten Mittheilungen von C. Voit über den Stoffwechsel beim Hungern, ist der Stoffverbrauch an Albuminaten im Allgemeinen um so grösser, je reichlicher vor der Hungerperiode das Versuchsthier mit eiweissreichem Futter genährt war. Die Eiweisszersetzung geht aber bei der Inanition dem Albumingehalt des ganzen Körpers nicht parallel, im Anfange wird mehr zersetzt, wie in den mittleren Tagen, zuletzt aber wieder mehr, da nun die Masse des Zerstörten nahezu gleich bleibt, während das vorhandene Material fortwährend abnimmt. Die Gegenwart von Fett im Körper setzt die Eiweisszersetzung während des Hungerns herab, indem so lange noch Fett vorhanden ist, der Sauerstoff sich vorzugsweise auf dieses zu werfen scheint.

Versuche von C. Schmidt an einer hungernden Katze.

Eine sehr ausführliche und ins Einzelne gehende Versuchsreihe über den Verlust an Wasser, Harnstoff, Schwefelsäure, Phosphorsäure, anorganischen Stoffen überhaupt, ausgeathmeten Kohlenstoff und Darmausscheidungen bei hungernden Katzen hat Schmidt angestellt. Wir stellen die Resultate in nachstehender Tabelle zusammen:

Zeit in Stunden nach der letzten Fütterung	Wasser durch Niere u. Darm	Harnstoff	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Anorganische Stoffe überhaupt	Ausgeathmeter Kohlenstoff	Faeces, wasserfrei
8 — 32	37,09	3,437	0,133	0,144	0,518	5,641	0,503
32 — 56	22,00	2,298	0,092	0,109	0,359	5,620	0,540
56 — 80	19,39	1,887	0,080	0,104	0,309	5,883	0,484
80 — 104	19,80	1,732	0,077	0,104	0,294	5,658	0,502
104 — 128	25,39	2,227	0,091	0,129	0,333	5,594	0,779
128 — 152	20,31	2,133	0,079	0,114	0,281	5,712	0,291
152 — 176	19,25	1,968	0,075	0,113	0,271	5,642	0,339
176 — 200	21,35	2,091	0,083	0,131	0,301	5,670	0,592
200 — 224	23,26	2,263	0,083	0,119	0,301	5,971	0,982
224 — 248	19,82	1,907	0,077	0,113	0,277	6,127	0,745
248 — 272	18,22	2,723	0,073	0,110	0,264	6,024	0,643
272 — 296	18,11	1,648	0,062	0,093	0,227	6,310	0,525
296 — 320	23,33	2,166	0,087	0,115	0,303	6,439	0,287
320 — 344	25,07	2,224	0,095	0,113	0,321	6,423	0,224
344 — 368	26,76	2,052	0,084	0,104	0,296	6,534	0,223
368 — 392	32,78	2,154	0,085	0,109	0,307	6,350	0,172
392 — 416	19,93	1,216	0,049	0,065	0,182	5,850	0,119
416 — 440	10,21	0,597	0,024	0,036	0,005	4,791	0,244

In diesen Versuchen wurde der, mit der Perspiration ausgeschiedene Kohlenstoff direct bestimmt. Eine nähere Vergleichung der Zahlen mit den von Bischoff erhaltenen, lässt die von Letzterem gefundene Abnahme des Gesammtverlustes mit der Dauer der Hungerzeit vermissen.

Aus Versuchen, die Chossat und Schuchart an hungernden Tauben angestellt haben, geht hervor, dass der Verlust, alles andere gleichgesetzt, mit dem Körpergewicht steigt. Auch sie beobachteten, dass er im Allgemeinen in den ersten Tagen beträchtlicher ist als später. Der grösste Theil des täglichen Verlustes fällt bei Tauben auf Haut und Lungen.

Nach den vorhandenen Beobachtungen über den Substanzverlust beim Hungern betheiligen sich daran überwiegend die Muskeln und das Fett; dann folgen die Haut, die Knochen, die Leber, das Blut und der Darmcanal. Das Blut nimmt proportional dem Körpergewicht (Panum, Heidenhain) und der Muskelmasse ab; die relative Menge seiner Hauptbestandtheile wird dabei nicht geändert. Der Substanzverlust des Gehirns und Rückenmarks ist nach den Beobachtungen von Chossat, v. Bibra u. C. Voit gering.

Aus Versuchen, die J. Ranke mit Benutzung des Pettenkofer'schen Apparates, an sich selbst über die Aussscheidungen beim Hungern anstellte, ergaben sich ähnliche Resultate wie diejenigen, die Bischoff u. Voit am Hunde gefunden hatten. Es wurden drei Hungerversuche angestellt, die je 24 Stunden dauerten und $19^1/_2$, 17 und 23 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme begannen. Das Resultat der Versuche war Sinken des Körpergewichts, Sinken um nahezu die Hälfte der Stickstoffausscheidung, geringeres der Kohlensäureausscheidung, zugleich aber eine bedeutende Wasserabgabe, die bei reichlichem Trinken bedeutender war, als bei spärlicher Wasserzufuhr. Im Mittel wurden auf 1 Thl. Stickstoff 20,3 Thle. Kohlenstoff ausgeschieden; da nun bei genügender gemischter Nahrung der gebildeten Stände, das Verhältniss wie 1 : 11 oder wie 1 : 15 gefunden wurde, so folgt daraus, dass beim Hungern die Stickstoffausscheidung rascher fällt, als die Kohlenstoffausscheidung. Die Kohlenstoffausscheidung betrug etwa 180 Grm., während sie unter normalen Verhältnissen zu 210 Grm. angenommen wird, die Stickstoffausscheidung betrug 8 bis 10 Grm., während sie bei gemischter Nahrung 19 Grm. betrug.

Stoffwechsel bei verschiedener Nahrung.

Einnahmen und Ausgaben bei verschiedener Art der Nahrung. Die grössten Beobachtungsreihen über den Einfluss verschiedener Nahrung, in genügender und ungenügender Menge, auf die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels wurden von Bischoff und Voit ausgeführt. Das Versuchsthier war ein Hund, sonach ein Fleischfresser und es wurde derselbe, in einer Versuchsperiode mit verschiedenen Mengen von Fleisch, in einer zweiten mit Fleisch und Fett in den verschiedensten absoluten und relativen Gewichtsmengen, in einer dritten mit Fett allein, in einer vierten mit Fleisch und Zucker, in einer fünften mit Zucker allein, in einer sechsten mit Fleisch und Stärke, endlich in weiteren Versuchsperioden mit Stärke und Brot, Brot allein, Fleisch und Leim, Leim und Fett und mit Leim allein gefüttert. Aus diesen umfassenden Untersuchungen einen einigermaassen vollständigen Auszug zu geben, ist nicht wohl möglich, auch würde die Masse von Zahlen, deren Zulässigkeit, insofern sie indirecte sind, allen im Allgemeinen bereits erhobenen Bedenken unterliegt, ohne eine eingehende Erläuterung jedes einzelnen Falles, wie sie bei Bischoff und Voit gegeben ist, verwirrend oder geradezu unverständlich sein; wir beschränken uns daher auf die Anführung der Hauptresultate und verweisen im Uebrigen auf die Schrift selbst.

Ernährung mit Fleisch allein.

Ernährung mit Fleisch allein. Zur vollständigen Ernährung des Hundes nur mit Fleisch, bei welcher derselbe weder von seinem Fleische noch Fett verliert, bedarf es sehr ansehnlicher Mengen von Fleisch, die je nach dem Ernährungszustande des Thieres $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ seines Körpergewichts betragen.

Erhält der Hund geringere Mengen Fleisch, so verbraucht er nicht nur diese, sondern setzt auch noch immer von seinem eigenen Fleische

und Fett zu. Dieser Verlust an Fleisch und Fett wird aber um so geringer, je mehr sich die in der Nahrung gebotene Fleischmenge, der vollkommen genügenden nähert.

Erhält dagegen der Hund grössere Mengen von Fleisch als zum vollkommenen Ersatze nöthig sind, so setzt er den Ueberschuss an. An dem folgenden Tage genügt indessen dieselbe Menge von Fleisch nicht mehr, um denselben Ansatz hervorzubringen; ein weiterer Ansatz von Fleisch wird nur durch fortwährend gesteigerte Nahrungsmengen erzielt. Ist man auf diese Weise zu einem Maximum gekommen, so frisst der Hund nichts mehr, er verliert dann rasch an seinem Gewicht und erlangt dadurch wieder die Fähigkeit, neue Nahrung aufzunehmen.

Ueber die Masse der Fleischnahrung, welche der Hund nothwendig hat, um sowohl den erlittenen Verlust zu decken, als auch eintretenden Falls Fleisch anzusetzen, entscheidet immer die Masse der sich umsetzenden stickstoffhaltigen Körperbestandtheile. Ist der Hund sehr fleischreich, so braucht er in beiderlei Beziehung mehr, als wenn er fleischarm ist und, so wie er durch die Fütterung fleischreicher geworden ist, braucht er wieder mehr Fleisch.

Wenn man einen Hund, der nicht über 34 Kilo schwer ist, nach vorausgegangener Fleischfütterung in der Weise ernährt, dass auf 1 Kilo Körpergewicht in 24 Stunden 52 Grm. mageren Fleisches gereicht werden, so tritt regelmässig eine Gewichtszunahme ein; werden weniger als 40 Grm. gegeben, so magert das Thier ab. Bei einer Nahrung zwischen 40 und 50 Grm. Fleisch per Kilo, kann sich ebensowohl das Gewicht mehren als mindern. Trat dagegen das Thier aus einer Nahrung, die aus Fleisch und Fett gemengt war, oder nur aus Brot bestand, in eine reine Fleischnahrung ein, so konnte selbst bei einem Fleischquantum von 61 Grm. per Kilo das Körpergewicht merklich sinken; war der Hund auf 38 Kilo gemästet, so genügten selbst bei anhaltender Fleischfütterung 46,4 Grm. Fleisch nicht mehr, um das Körpergewicht zu steigern.

Nach von J. Ranke, an sich selbst angestellten Versuchen scheint es dagegen unmöglich zu sein, dass ein Mensch durch Fleisch allein, seinen Körperumsatz decke, auch bei der reichlichsten Fleischnahrung ohne alle weitere Zuthat, ergab sich theils direct, theils indirect, dass der Körper bei diesem Ernährungsmodus noch Kohlenstoff, wahrscheinlich in der Form von Fett abgab. Sehr bald traten bei diesen Versuchen auch Verdauungsbeschwerden auf.

Ernährung mit Fleisch und Fett.

Ernährung mit Fleisch und Fett, oder anderen stickstofffreien Nahrungsstoffen. Die Versuchsreihen mit Fütterung des Hundes mit Fleisch und Fett, in den verschiedensten quantitativen Combinationen ergaben vor Allem das Resultat, dass das Fett in der Nahrung keineswegs im Stande ist, den Umsatz stickstoffhaltiger Körperbestandtheile zu verhindern; es zeigte sich ferner, dass bei reichlicher Fleischnahrung in Verbindung mit Fett, der Umsatz der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile mit der Steigerung des Fleischquantums ebenso steigt, wie

wenn vermehrte Mengen von Fleisch allein gefüttert werden. Bei einer relativ geringen Menge von Fleisch dagegen, verbunden mit Fett, tritt wie im Hungerzustande Verbrauch an stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen ein. Dieser Verbrauch ist durchschnittlich sogar stärker als im Hungerzustande, da das Fett als ein zu verarbeitendes, ein umzusetzendes Material, den Anspruch auf den Umsatz im Allgemeinen steigert, ohne Ersatz dafür zu sein. Wenn man aber einer, an und für sich ungenügenden Menge von Fleisch Fett zusetzt, so ist der Verbrauch doch ein geringerer, als wenn dieses Fleisch allein gefüttert wäre. Es findet daher eine relative Ersparniss statt, die bewirkt, dass die Menge des mit dem Fett darzureichenden Fleisches, nur der dritte bis vierte Theil derjenigen zu sein braucht, die man ohne Fett geben muss, um den Körper auf seinem Gewichte zu erhalten. Endlich ziehen Bischoff und Voit aus ihren Versuchen den Schluss, dass der Umsatz des Fettes des Körpers durch Fett in der Nahrung, je nach der gereichten Menge Fett und Fleisch vermindert, oder ganz vermieden, oder selbst ein Ansatz von Fett erzielt werden kann.

Ganz ähnlich wie das Fett verhalten sich bei gemichter Nahrung nach den Versuchen von Bischoff und Voit Stärkemehl und Zucker, wodurch die den Landwirthen wohlbekannte Erfahrung, dass sich die Thiere nur bei gemischter Kost mästen, eine weitere Bestätigung findet. Auch Boussingault hatte übrigens schon gefunden, dass Gänse und Enten, die durch Reis oder Mais mit Butter leicht zu mästen sind, durch Reis oder Mais allein nicht gemästet werden können.

J. Ranke, zeigte, dass auch beim Menschen, bei einer aus den gewöhnlichen Componenten gemischten theils animalischen, theils vegetabilischen Nahrung die Stickstoffausscheidung so geregelt werden kann, dass innerhalb 24 Stunden aller in der Nahrung aufgenommene Stickstoff in den Excreten wieder erscheint. Dieses Gleichgewicht tritt aber erst dann ein, wenn durch die richtige Mischung der Nahrung, auch der Kohlenstoffverbrauch gedeckt ist.

Bei Ernährung mit 500 Grm. Fleisch, 200 Grm. Brot, 15 Grm. Fett, 10 Grm. Salz und 2000 CC. Wasser nahm das Körpergewicht ab und fand sich in den Excreten mehr Stickstoff als aufgenommen wurde; als jedoch der Kohlenstoffgehalt der Nahrung durch weiteren Zusatz von Fett und Rohrzucker erhöht wurde, sank unter Zunahme des Körpergewichts, das Plus von Stickstoff in den Ausscheidungen und verschwand nach weiterer Vermehrung des Fettgehaltes der Nahrung völlig. In einer zweiten Versuchsreihe, in welcher täglich 300 Grm. Fleisch, 400 Grm. Brot, 20 Grm. Fett, 200 Grm. Zucker, 10 Grm. Salz und 1900 CC. Wasser genossen wurden, erschien gleichfalls nahezu aller Stickstoff der Nahrung in den Excreten wieder. Erhöhte Fleischzufuhr hatte stets ein Deficit des Stickstoffs in den Ausgaben zur Folge und dasselbe war um so grösser, je mehr Fleisch genossen wurde. Es fand hier jedenfalls Körperansatz statt. Das Gleichgewicht in der Stickstoffeinnahme und Ausgabe fällt

nach Ranke zusammen mit dem Gleichgewicht in der Kohlenstoffeinnahme und Ausgabe. Das Verhältniss des Stickstoffs zum Kohlenstoff in der Nahrung kann dabei innerhalb gewisser Grenzen schwanken, in der einen Versuchsreihe war es 1 : 11, in einer anderen 1 : 15; der Körper vermag sich mit, innerhalb gewisser Grenzen verschiedener Nahrung allmählich ins Gleichgewicht zu setzen. Sobald aber die Nahrung, sei es wegen Mangels an Stickstoff, oder sei es wegen Mangels an Kohlenstoff, ungenügend wird, findet sich ein Stickstoffüberschuss in den Ausgaben.

Ernährung mit Brot.

Ernährung mit Brot. Aus einer sehr grossen Versuchsreihe mit reiner Brotfütterung, welche Bischoff und Voit anstellten, ergiebt sich, dass Brot für einen Fleischfresser immer nur ein ungenügendes Nahrungsmittel ist. Bei dem Versuchshunde wurde so viel Brot unverdaut mit den Fäces ausgeschieden, dass weder der assimilirte Stickstoff, noch das umgesetzte Stärkemehl, den Hund auf einem kräftigen Ernährungsstande zu erhalten vermochte. So lange er noch gut genährt war, verlor er, selbt bei den grösstmöglichsten Mengen verzehrten Brotes täglich an Gewicht und befand sich in einem continuirlichen Hungerzustande; für das Fleisch und Fett, was er verlor, nahm er viel Wasser auf, welches er bei darauf folgender Fleischkost wieder abgab. Katzen verhielten sich ähnlich, konnten aber nicht am Leben erhalten werden, und starben eines langsamen Hungertodes.

Als J. Ranke an einem Versuchstage nur stickstofffreie Nahrung, bestehend in 300 Grm. Amylum, 100 Grm. Zucker, 150 Grm. Fett und 1321 CC. Wasser zu sich nahm, verhielt sich die Stickstoffausgabe wie am ersten Tage der obenerwähnten Hungerversuche; vom eingeführten Kohlenstoff erschien in den Excreten ein Theil nicht wieder, woraus J. Ranke auf einen geringen Fettansatz schloss. Da aber gleichzeitig der Körper um mehr an Gewicht zunahm, als diesem hypothetischen Fettansatz entsprach, so scheint wie bei Bischoff u. Voit's Versuchen am Hunde, auch hier Wasseransatz stattgefunden zu haben. Das Verhältniss der Stickstoff- zur Kohlensäureausscheidung war bei dieser Ernährung wie 1 : 24,7.

Fütterung mit Leim.

Fütterungsversuche mit Leim mit und ohne Zusatz von Fleisch und Fett. Das thatsächliche Ergebniss der betreffenden von Bischoff und Voit angestellten Versuche ist, dass bei der Fütterung mit einer ungenügenden Menge von Fleisch und Leim, so wie auch bei Fütterung mit Leim allein, oder Leim und Fett der Hund allmählich an Gewicht abnimmt und er daher bei einer derartigen Fütterung nicht im Gleichgewichtszustande erhalten werden kann.

Die Resultate der von W. Henneberg u. Stohmann an Wiederkäuern, nach der von Bischoff u. Voit befolgten Methode angestellten Ernährungsversuche, stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den Ergebnissen der Bischoff-Voit'schen Versuche überein.

Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane.

Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane. Auch die Vertheilung der Ausgaben auf Lungen, Haut, Nieren und Darm ist so grossen Schwankungen unterworfen, dass es nicht möglich ist, das gegenseitige Verhältniss derselben auch nur durch einen annähernden allgemeinen Ausdruck festzustellen. Zerlegt man die Ausgaben in Wasser, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff und vergleicht, wie sich diese Elemente der Ausscheidungen auf die verschiedenen Excretionsorgane vertheilen, so kommt man bei der Betrachtung der Ausscheidung der Herbivoren und Carnivoren zu dem Resultate, dass bei den Herbivoren bei weitem mehr durch Haut und Lungen und durch den Darm ausgeschieden wird, als durch den Harn, während bei Carnivoren das Verhältniss das umgekehrte ist. Dies macht nachstehende aus Beobachtungen von Henneberg und Stohmann an einem Ochsen und von Pettenkofer u. Voit an einem Hunde, der ausschliesslich mit Fleisch gefüttert wurde (vgl. weiter oben S. 778), construirte Tabelle anschaulich:

Bei Herbivoren und Carnivoren.

Es kommen von 100 Thln. aufgenommenem	auf die Excremente		auf den Harn		auf die Perspiration	
	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren
Wasser. . . .	63,22	2,26	14,70	70,59	22,08	27,15
Kohlenstoff . .	47,61	2,66	2,65	16,95	49,74	80,39
Wasserstoff . .	43,77	5,74	2,42	79,51	53,82	14,75
Stickstoff . . .	54,00	1,37	46,00	89,63	—	—
Sauerstoff . .	41,75	0,34	1,63	10,21	56,62	89,45

Aus dem bedeutenden Gewichte der Excremente und der damit austretenden Elemente geht hervor, dass von den Einnahmen, ein verhältnissmässig viel geringerer Theil bei den Herbivoren wirklich assimilirt wird, als bei den Carnivoren. Reduciren wir aber obige Werthe auf 100 Theile assimilirter Stoffe, die durch Harn und Perspiration ausgeschieden werden, so erhalten wir folgende Zahlen:

Es kommen von 100 Theilen resorbirtem	auf den Harn		auf die Perspiration	
	Herbivoren	Carnivoren	Herbivoren	Carnivoren
Wasser.	39,96	72,22	60,04	27,78
Kohlenstoff	5,05	17,41	94,95	82,59
Wasserstoff	4,31	79,51	95,69	15,65
Stickstoff	46,00	98,63	—	—
Sauerstoff	2,79	10,24	97,21	89,76

Von Interesse sind die Beobachtungen, die Boussingault über die Vertheilung der Ausgaben bei einer melkenden Kuh angestellt hat, insofern dadurch der Antheil, welchen an den Ausscheidungen die Milch nimmt, erläutert wird.

Bei melkenden Kühen.

Es kommen von 100 Theilen aufgenommenem	auf die Excremente	auf die Milch	auf den Harn	auf die Perspiration
Wasser	34,0	10,2	10,0	45,8
Kohlenstoff	25,8	13,0	5,4	54,2
Wasserstoff	34,9	16,6	4,2	55,7
Stickstoff	45,6	22,8	18,1	13,5?
Sauerstoff	37,4	7,9	6,3	48,5
Anorganischen Salzen	53,9	6,1	43,1	3,1
Gesammtnahrung	34,4	10,3	9,9	45,4

Es fallen demnach 10 Proc. der Ausgaben auf die Milch. Beträchtlich erscheint ferner die Menge des Stickstoffs, welche in der Milch austritt.

Bezüglich der Ausscheidungsverhältnisse der Omnivoren wurden von Boussingault Versuche an einem Schweine angestellt. Das Resultat derselben ist in der folgenden Tabelle enthalten.

Bei Omnivoren.

Nahrung in 24 Stunden	Auf 100 Theile Einnahme wurden entleert:		
	Excremente	Harn	durch Haut und Lunge
6525 Grm. Kartoffeln	19,9	46,8	33,3

Diese Vertheilung der Ausgaben steht im Allgemeinen jener der Fleischfresser näher, als jener der Herbivoren.

Beim Menschen.

Für den Menschen hat Valentin aus seinen Versuchen folgende Zahlen abgeleitet, welche aber einer Verallgemeinerung nicht fähig sind und höchstens dazu dienen können, zu constatiren, dass auch bei dem Menschen, durch den Darm die geringste Ausscheidung stattfindet.

Auf 100 Theile Einnahmen wurden ausgeschieden:

a) durch den Darm . . . . 6,7 Proc.
b) durch die Nieren . . . . 49,3 „
c) durch Haut und Lunge . . . . . . 42,6 „

Das Körpergewicht betrug 53,4 Kilo; im Mittel betrug das Gewicht der in 24 Stunden genossenen Nahrung inclusive des Getränkes 2924 Grm. und es wurden entleert 191 Grm. Excremente, 1448 Grm. Harn und 1247 Grm. durch die Perspiration. Im Körper blieb ein Ueberschuss von 38 Grm.

Vergleichen wir nun im Allgemeinen die Mengen der aus dem Körper auf verschiedenen Wegen austretenden Stoffe, wobei wir uns zunächst an den menschlichen Organismus halten, so ergeben sich folgende Betrachtungen:

Mengenverhältnisse der aus dem Körper austretenden Stoffe.

Wasser. Die Menge des aus dem Körper ausgeschiedenen Wassers beträgt mehr, als alle übrigen Excrete zusammengenommen; seine Vertheilung aber auf die verschiedenen Ausscheidungsorgane ist eine sehr variable. Die geringste Menge trifft unter normalen Verhältnissen beim Menschen auf den Darm, eine sehr bedeutende jedenfalls auf die Lunge, während die Wasserausscheidung durch Haut und Nieren in der Art eine wechselnde ist, dass, wenn viel durch die Haut ausgeschieden wird, wenig durch die Nieren austritt und umgekehrt. Nimmt der Wassergehalt des Organismus bedeutend zu, so geben Haut und Nieren gleichzeitig viel Wasser aus (Wassercuren), wenig dagegen, wenn der Körper relativ trocken wird. Diese Verhältnisse noch weiter ins Einzelne zu verfolgen, ist Sache der Physiologie und allgemeinen Pathologie.

Kohlenstoff. Nächst dem Wasser ist der tägliche Verlust an Kohlenstoff der beträchtlichste: Bezüglich der allgemeinen Mengenverhältnisse des durch die Lungen austretenden Kohlenstoffs sind unter „Respiration“ mehrere für den Menschen gültige Zahlenreihen gegeben. Ein erwachsener Mensch von 70 Kilo Körpergewicht, scheidet bei Körperruhe und bei der gemischten Kost der gebildeten Stände in 24 Stunden etwa 210 Grm. Kohlenstoff durch Haut und Lungen aus (J. Ranke). Bei weitem der grösste Theil des Kohlenstoffs tritt als Kohlensäure durch Haut und Lungen aus und nach den übereinstimmenden Beobachtungen von J. Ranke (am Menschen), C. Schmidt (an der Katze) und Henneberg u. Stohmann (am Ochsen) beträgt der durch die Nieren ausgeschiedene Kohlenstoff weniger als den zehnten Theil, des durch die Perspiration ausgeschiedenen.

Wasserstoff. Es kann sich natürlich hier zunächst nur um jenen Wasserstoff handeln, der nicht bereits oxydirt oder mit einer zu seiner Oxydation genügenden Menge Sauerstoff als Nahrung eingeführt wurde. Daraus ergiebt sich von selbst, dass seine Menge sehr gering sein wird. Da aber auch dieser in Wasser verwandelt wird, so lässt es sich natürlich nicht entscheiden, auf welchem Wege er ausgeschieden wird; er partipicirt dann eben an der allgemeinen Wasserausscheidung.

Stickstoff. Die dem Körper zugeführten und ihn wieder verlassenden Mengen Stickstoff sind ziemlich bedeutend, aber im Allgemeinen nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen. Seine Ausscheidungs-

wege sind jedenfalls bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei Fleischfressern wird jedenfalls der grösste Theil des Stickstoffs durch die Nieren abgeschieden, wie dies auch aus obenstehender, die Ausscheidungen der Carnivoren und Herbivoren in ihre Elemente zerlegt aufführenden Tabelle zu ersehen ist; aber auch beim Menschen ist das Verhältniss ein ähnliches, es verhält sich nämlich nach den Versuchen von J. Ranke, der Stickstoffgehalt des Harns zu jenem des Kothes, bei Gleichgewicht zwischen Nahrung und Ausgaben wie 13,2 : 1. Bei den Herbivoren dagegen tritt auch durch den Darm eine nicht unbeträchtliche Menge Stickstoff aus, wie obenerwähnte Tabelle ebenfalls ersichtlich macht. Dass endlich die Perspiration bei der Ausscheidung des Stickstoffs nicht wesentlich betheiligt ist, darf nach den Untersuchungen von C. Voit, J. Ranke, J. Lehmann, Henneberg und Stohmann als feststehend angenommen werden und können alle gegentheiligen Angaben, als auf durch die angewandten Apparate bedingten Beobachtungsfehlern beruhend und theilweise auch direct widerlegt, keine weitere Berücksichtigung finden.

Sauerstoff. Von dem Sauerstoff, welcher eingeathmet wird und dessen Menge, die aller anderen Elemente der Nahrung weit übertrifft, so wie von dem Sauerstoff der Nahrung selbst, treten bei weitem die bedeutendsten Mengen durch Haut und Lungen in der Form von Kohlensäure und Wasser aus; was davon mit den Bestandtheilen des Harns und mit den Gallenresten durch den Darm ausgeschieden wird, verschwindet gegen die durch die Perspiration gelieferte Menge. Die absoluten Mengen des durch Haut und Lunge austretenden Sauerstoffs sind übrigens von einer Menge von Verhältnissen (der Nahrung u. s. w.) abhängig, die bereits unter „Respiration“ erörtert wurden.

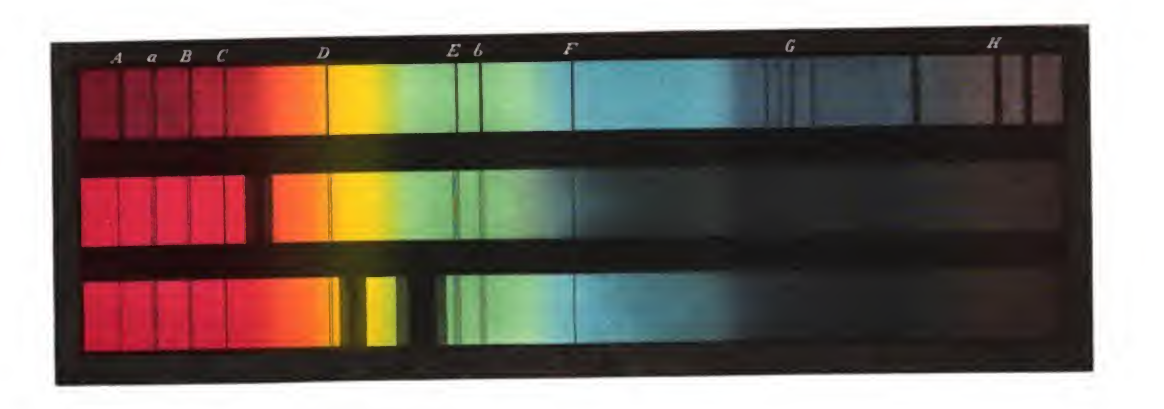
Anorganische Salze. Sie verlassen den Körper durch Haut, Nieren und Darm. Durch den Schweiss wird eine geringe Menge Chlornatrium ausgeschieden, die übrigen löslichen Salze und der grösste Theil des Chlornatriums nehmen ihren Weg durch die Nieren, mit dem Kothe dagegen werden zunächst die unlöslichen Salze und die der unverdauten Nahrungsmittel ausgeschieden.

Die Ausscheidungen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs und Sauerstoffs durch den Darm sind übrigens für den Process der Ernährung nur von sehr untergeordneter Bedeutung, denn sie beziehen sich zum grössten Theil auf Nichtassimilirtes, d. h. auf die unverdauten Nahrungsreste; nur die in den Excrementen enthaltenen Gallenreste und der Darmsaft, machen hiervon eine Ausnahme. Die Gallenreste repräsentiren nur einen sehr geringen Theil der secernirten Galle, die zum grössten Theil in den Blutkreislauf zurückkehrt (intermediärer Gallenkreislauf, vergl. S. 184 und 479), und auch der Darmsaft und Schleim beträgt unter normalen Verhältnissen nur sehr wenig. Anders freilich verhält es sich bei pathologisch gesteigerter Darmsecretion.

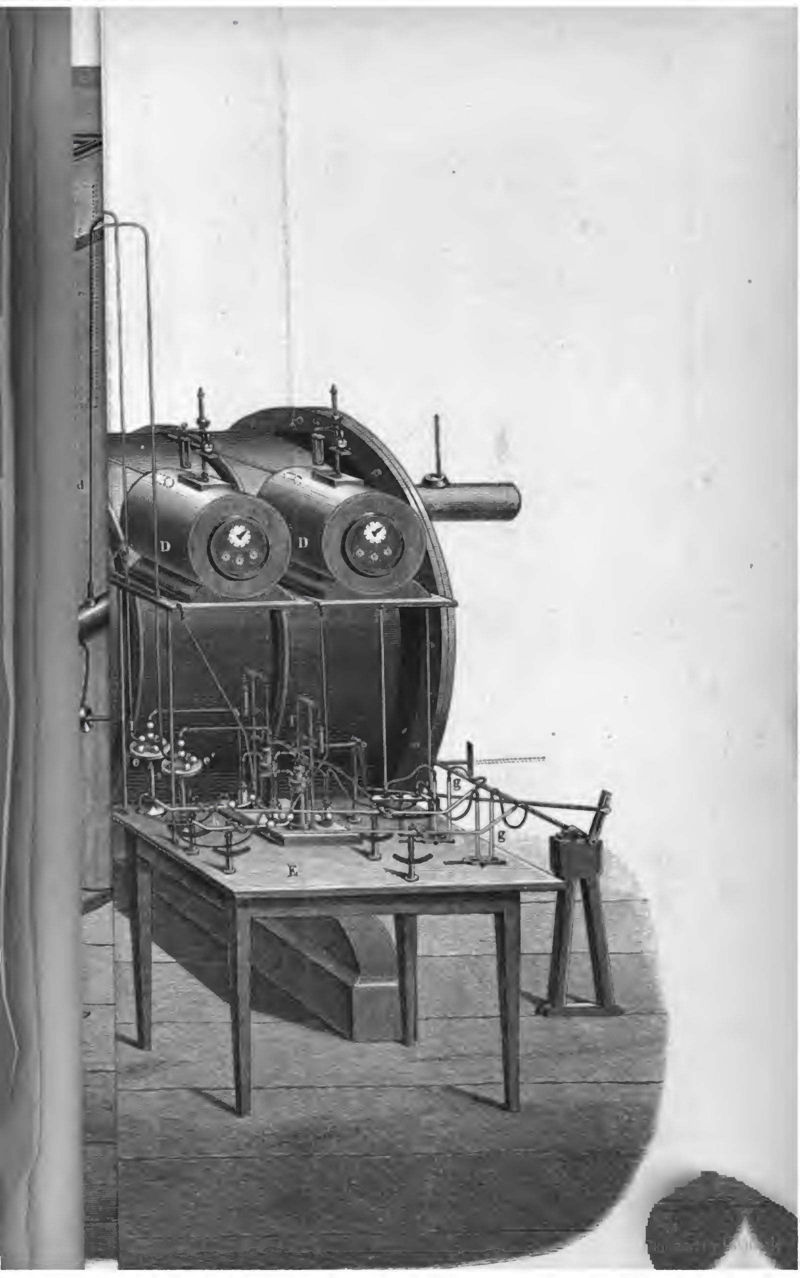
Ueber alle diese Ausscheidungsverhältnisse des Thierkörpers sind übrigens im Verlaufe dieses Werkes, an den die einzelnen Bestandtheile

der Ausscheidungen betreffenden Stellen mehr oder weniger ausführlich [illegible] gegeben.

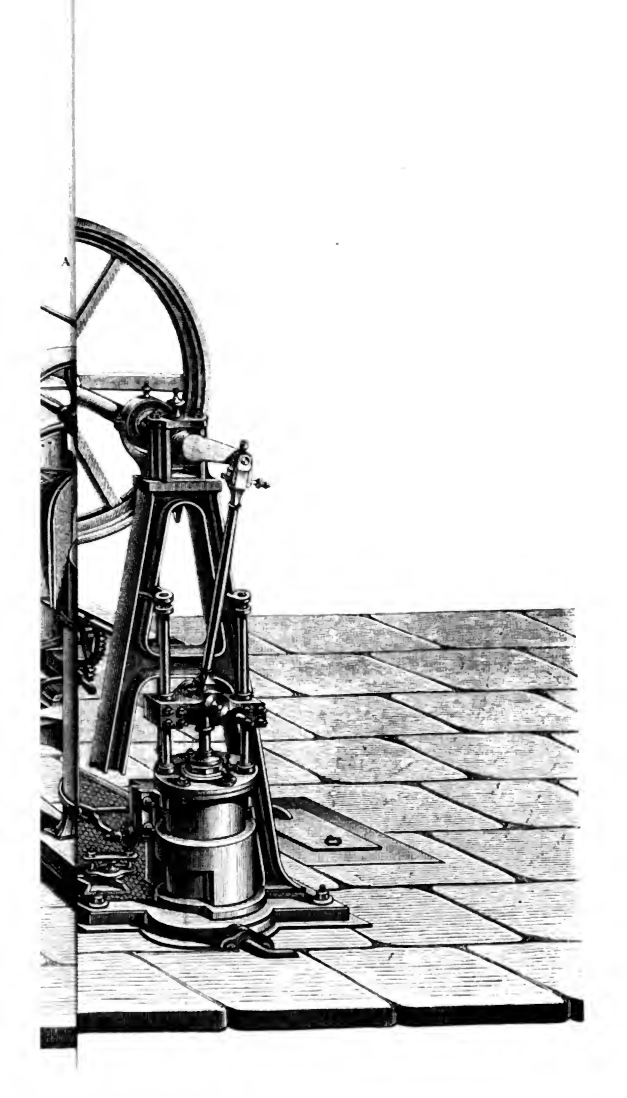
[illegible] zur Chemie der Ernährung. J. v. Liebig: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie 3te Aufl. [illegible] — [illegible] Chemische Briefe 4te Aufl. 1859. Bd. II, S. 42. — Moleschott: Physiologie der Nahrungsmittel. 2te Aufl. 1859. — Derselbe: Der Kreislauf des Lebens. [illegible] — Artmann: Die Lehre von den Nahrungsmitteln. 1856. — [illegible] einer Normaldiät. 1856. — Knapp: Die Nahrungsmittel in [illegible] techn. Beziehungen. 1848. — v. Bibra: Die [illegible] 1855. — Lyon Playfair: Proceedings of the Royal Inst. of Great Britain; new philos. Journ. 1854. January to April [illegible] — [illegible] der Physiologie. 2te Aufl. Bd. II, S. 587 u. 671. — [illegible] im Handwörterb. der Physiologie Bd. I, S. 367. — Derselbe [illegible] Bd. I, S. 723. — Bidder und Schmidt: Die Verdauungssäfte [illegible] 1852. — Barral: Statique chimique des animaux. Paris [illegible] Memoires des savans etrangers T. VIII. — [illegible] privat. singul. part. nutriment. constituentium [illegible] — Th. L. W. Bischoff: Der Harnstoff als Maass [illegible] Beiträge zum Kreislauf des Stickstoffs. Inaug. [illegible] und C. Voit: Die Gesetze der Ernährung [illegible] Unters. über den Einfluss des Kochsalzes [illegible] auf den Stoffwechsel. 1860. — [illegible] und deren Verhältniss zum Stoffwechsel [illegible] Bd. VII, als Separatabdruck [illegible] und Stürzwage: Ueber die [illegible] des Stoffwechsels. Untersuch. zur Naturlehre [illegible] Annal. de chim. et de phys. T. LXI [illegible] T. XXVI. 1849. C. Voit: Ann. [illegible] — Derselbe: Zeitschr. für [illegible] — Derselbe: Zeitschr. für [illegible] — Pettenkofer: Ann. [illegible] Zeitschr. f. Biologie 186[illegible] Chem. u. Pharm. Suppl. II. S. [illegible] Akad. Sitzung von 10. Nov. [illegible] — Derselbe [illegible] Ann. de Chim. et de Phys. (3) Ser. T [illegible] Stohmann: Beiträge [illegible] der Wiederkäuer. Braunschweig [illegible] Fütterungsversuche über den Nahrungs[illegible] Berlin 1864 [illegible] (Kritik des Oluges [illegible] Lyon Playfair: On the food [illegible] 1865. — Edward Smith [illegible] — Lawes und Gilbert: ebenda [illegible] der Züricher naturforsch. [illegible] Versuche über die Verdauung [illegible] Lehrb. der phys. Chem.


A a B C D E b F G H

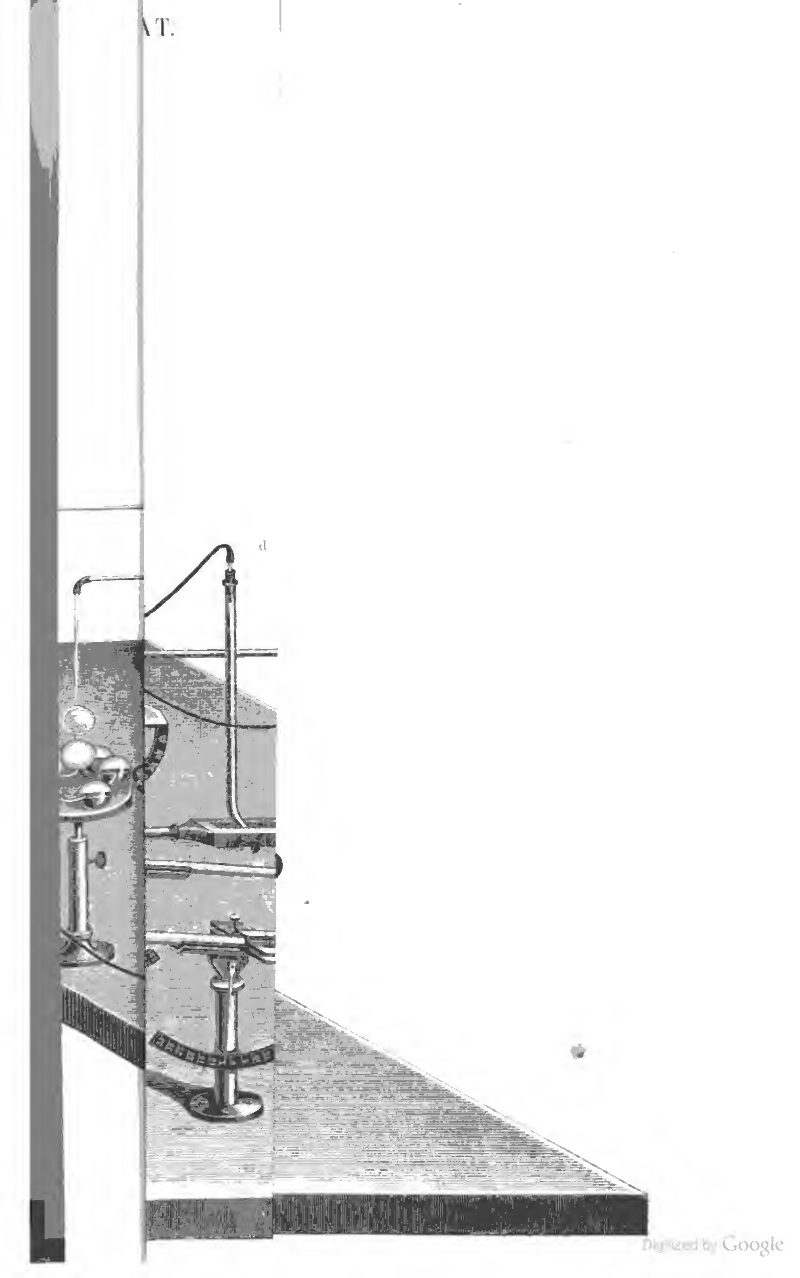



d
D
D
g
g
E








d

Alphabetisches Sachregister.

A.

B.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

